Aus dem Strahleninstitut (Professor Dr. Voltz)
der Universitäts-Frauenklinik München.
Vorstand: Professor Dr. Eymer

Physikalische Umweltfaktoren und biologisches Geschehen.

Ein Beitrag zum Wirkungsmechanismus der elektromagnetischen Strahlungen.

INAUGURAL-DISSERTATION

zur

Erlangung der Doktorwürde

verfaßt und einer

Hohen medizinischen Fakultät der Bayerischen

Ludwig-Maximilians-Universität zu München

vorgelegt von

Erich Brinkmann
Herne i. Westf.

München 1938

Gedruckt in der Dissertationsdruckerei von Robert Kleinert, Quakenbrück

Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät der
Bayer. Ludwig-Maximilians-Universität zu München.

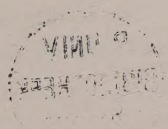
Referent: Professor Dr. Eymer

Derz. Dekan: Professor Dr. Broemser

Tag der mündlichen Prüfung: 23. Dezember 1937.

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

Meinen lieben Eltern
in Dankbarkeit gewidmet!



Inhaltsübersicht.

	Seite:
Einleitung	7
Welche Umweltfaktoren kommen für eine Wirkung in Betracht?	8
Die Bedeutung des Lichtes für körperliche Vorgänge	9
Radioaktivität, Erd- und Höhenstrahlen, Ultra-Kurzwellen	11
Die Luftelektrizität und ihr Einfluß auf Lebewesen	12
Anwendung der Ionenlehre auf die luftelektrischen Verhältnisse	14
Atmosphärische Vorgänge und biologisches Geschehen	15
Meteorologische Vorgänge zur Zeit der Gruppenbildung	16
Luftkörperanschauung und Krankheitsauslösung	17
Meteorotrope Krankheiten und die ursächlichen meteorologischen Ereignisse	19
Der Vorgang der Krankheitsauslösung	24
Der Angriffspunkt der Witterungseinflüsse	26
Föhn, Föhnkrankheit und die Ursache ihrer Entstehung	26
Die jahreszeitliche Häufung von Krankheiten	28
Die Genese der jahreszeitlichen Krankheitshäufung	29
Echte und scheinbare Jahreszeitenkrankheiten	31
Der Angriffspunkt der Saisonfaktoren im Organismus	32
Faktoren, die als Ursache für eine jahreszeitliche Häufung von Krankheiten in Betracht kommen	34
Die Klimate und ihre Einflüsse auf den Organismus	37
Das Seeklima unserer nördlichen Meere	38
Das Wüstenklima	39
Das Tropenklima	40
Das Höhenklima	41
Zusammenfassung und Schluß	44
Schrifttumsnachweis	46

Einleitung.

Sämtliche Lebewesen sind den Einflüssen der Umwelt unterworfen. Durch diese Umwelteinflüsse wird das körperliche Erbgut zu dem geprägt, was wir Erscheinungsform, Phänotypus, nennen. Das wird deutlich, wenn wir an den Habitus der verschiedenen Menschen- und Tierrassen und besonders an den Habitus gleicher Rassen in verschiedener Umwelt denken. Welche Mannigfaltigkeit an Gestalt, Farbe, Behaarung usw. tritt uns da entgegen. Vor etwa 100 Jahren entstand die wissenschaftliche Neigung, alle Sonderheiten der Umwelt allein auf Rechnung zu setzen, und die Rolle der Erbanlagen gering zu achten. Heute wisssen wir, daß die Lebewesen in ihrem Erbgut nur Möglichkeiten mitbringen und das, was an Wirklichkeit daraus wird, den Umwelteinflüssen zuzuschreiben ist. In dieser Arbeit soll nun gezeigt werden, welche Wirkung Umweltfaktoren physikalischer Art auf biologische Vorgänge, auf Abläufe körperlichen Geschehens, ausüben und wie der Wirkungsmechanismus dieser Einflüsse, insbesondere auch der Strahlungen, zu sein scheint.

So sicher uns heute die Einflüsse von Umweltfaktoren auf biologisches Geschehen zu sein scheinen, so unsicher schienen sie noch vor einigen Jahrzehnten zu sein. Zwar weist schon Hippokrates in seiner Schrift „Ueber Wasser, Luft und Boden“ auf die Einflüsse hin, die durch Witterungszustände, Klima und Jahreszeiten usw. und durch einzelne Witterungsfaktoren, wie Wind und Niederschläge, auf die menschliche Gesundheit ausgeübt werden. Auch im Volke glaubt man an Zusammenhänge zwischen Wetter und Krankheitsgeschehen. So kennt man von jeher die sogenannten Wetterschmerzen in Amputationsstümpfen, Narben und gichtisch und rheumatisch veränderten Körperteilen. Es dauerte jedoch lange, bis man sich genauere Vorstellungen machte, über das Zustandekommen der Einwirkung. Das Ergebnis war vielfach absurd mit Widersprüchen gegen die tägliche Erfahrung oder gegen andere Erkenntnisse. So erklärte man die Wetterschmerzen in krankhaft veränderten Gelenken als Luftdruckwirkung, indem nämlich die Gelenkteile stärker aufeinandergepreßt bzw. entlastet würden. Dies ohne vorerst zu untersuchen, ob die Schmerzen überhaupt Luftdruckschwankungen nennenswerten Grades zur Voraussetzung haben, oder ob sie auch auftreten, wenn der Patient etwa in einer pneumatischen Kammer solchen Schwankungen geringen Grades, wie sie in der Natur vorkommen, ausgesetzt wird. Aehnlich mechanisch erklärte man die Narbenschmerzen, die durch Ansteigen der Luftfeuchtigkeit hervorgerufen werden sollten, indem nämlich das erkrankte Gewebe Quellungserscheinungen zeige, wodurch wiederum Nervenendigungen in der Haut gereizt würden. Man störte sich nicht daran, daß solche Schmerzen beim Eintauchen der Glieder in Wasser nicht auftraten.

Schon sehr früh machte man sich Gedanken über die Einwirkung elektrischer Erscheinungen auf biologisches Geschehen. Franklin, der Deutsche Winkler und der Franzose Abbé Nollet studierten bald nach der Entdeckung der Gewitterelektrizität ihren Einfluß auf Wachstumsvorgänge bei Pflanzen und Tieren. Kratzenstein in Halle versuchte 1744 als Erster krankhafte Zustände am Menschen mit Hilfe elektrischer Funken zu beeinflussen. Als der Franzose Lemonnier im Jahre 1752 zum ersten Male nachweisen konnte, daß die Luft auch bei völlig klarem Himmel elektrisch geladen ist, war der Anstoß zu zahlreichen Versuchen über die biologischen Wirkungen der Luftelektrizität auf Pflanzen und Tiere gegeben. Auch Pasteur vermutete schon Zusammenhänge zwischen Klima, Jahreszeiten und Erkrankungen. Neue Anregungen brachten dann dem Problem der Beginn des Bergsteigens und des Ballonfliegens mit ihren bis dahin unbekannten Erscheinungen der Höhenkrankheit, ferner die zahlreichen physikalischen Entdeckuugen, wie die Kurzwellenstrahlung, die Radioaktivität, die Höhenstrahlen usw.

Wir sehen also, daß die Zahl der Umweltfaktoren, die für eine Wirkung in Betracht kommen konnten, immer größer wurde. Auch die Fragestellungen wurden immer komplizierter. Das Denken war jedoch einerseits zu mechanistisch, andererseits zu spekulativ und die Versuche waren zu wenig der Wirklichkeit angeglichen; man arbeitete nämlich mit Bedingungen, wie sie in der Natur niemals vorhanden sind. Die Frage nach den Witterungseinflüssen wurde so angegangen, daß man das atmosphärische Geschehen in zahlreiche Einzelfaktoren zergliederte, deren Zahl mit der Verfeinerung der meteorologischen Forschungs- und Messungsmethoden immer größer wurde und die Wirkung dieser Einzelfaktoren auf einzelne bestimmte Lebensvorgänge studierte. So wenig man jedoch den lebendigen Organismus als eine Summe von Einzelvorgängen auffassen kann, so wenig kann man für die Witterungseinflüsse einen einzelnen Faktor verantwortlich machen. Zwar ist es sehr verlockend, einen besonders deutlich hervortretenden Faktor, wie z. B. den Temperaturgang, den Luftdruck, die Strahlungsintensität oder andere zur Erklärung heranzuziehen; jedoch hat diese Art, das Problem zu behandeln, keine Erfolge gezeigt.

Welche Umweltfaktoren kommen für eine Wirkung in Betracht?

Da sich die Bedeutung einzelner Faktoren für das Zustandekommen des Witterungsgeschehens nicht klar übersehen läßt, sollen diese Faktoren z. B. die Strahlungen, die Radioaktivität, die Luftelektrizität, in ihren Wirkungen gesondert betrachtet werden. Als wichtigster Umweltfaktor folgt sodann das Geschehen, das sich in dem Gasmantel unserer Erde, der Atmosphäre, abspielt. Es sind dies die Einflüsse atmosphärischer Vorgänge, nämlich Wetter und Jahreszeit und diejenigen atmosphärischer Zustände, nämlich der Klimawirkungen. Mit der Entdeckung der Kathodenstrahlen im Jahre 1869 hat die eigentliche Strahlenepoche der modernen Physik begonnen. Seitdem kennen wir eine Fülle vordem unbekannter Energiesorten. Die Röntgenstrahlen, Ultra-

violett- und Ultrarotstrahlen, die Radioaktivität und die in ihrer Herkunft noch fast unbekannten durchdringenden Höhenstrahlen sind die wichtigsten davon. Die Röntgenstrahlen interessieren uns in diesem Zusammenhange nicht, da sie in unserer Umwelt nicht vorhanden sind. In der Natur kommen ihrer Wirkung nach weitaus am meisten die sichtbare und die ultraviolette Strahlung in Betracht.

Die Bedeutung des Lichtes für körperliche Vorgänge.

Die Wirkung des Lichtes wird im wesentlichen durch zwei Faktoren bestimmt: Lichtqualität und Lichtqantität, wobei die Qualität durch das Spektrum bestimmt wird. Wir sehen schon, daß diese zu verschiedenen Tages- und Jahreszeiten sehr unterschiedlich sein kann. Für die Einwirkung auf den Organismus stehen nun grundsätzlich einander gegenüber der kurzwellige, unsichtbare Teil und der sichtbare Teil des Spektrums einschließlich der langwelligen Ultrarotstrahlen, deren Einfluß jedoch abgetrennt vom sichtbaren Teil wenig erforscht ist. Die Hauptwirkung wird dabei dem ultravioletten Anteil des Spektrums zugeschrieben, besonders dem als Dornostrahlung bezeichneten Teil mit Wellenlängen zwischen 280 und 320 μμ. Nach Versuchen von Pincussen, ausgeführt an Schweinen, ist diese vorher bezeichnete Strahlung außer zur Bildung von Vitamin D aus Ergosterin noch für folgende Prozesse unentbehrlich: zur Bildung von Oxalsäure aus Allantoin bzw. Harnsäure im Stoffwechsel und für gewisse Veränderungen im Stoffwechsel der Kohlehydrate, welche sich wahrscheinlich der Bildung von Vitamin D, wenigstens teilweise, anschließen. Ferner scheint eine Vermehrung der Aminosäuren und eine Verminderung der Phenolkörper im Blut, die mit der Pigmentbildung zusammenhängen sollen, charakteristisch zu sein. Unter Ultraviolettbestrahlung nimmt in der Haut das melaninbildende Pigment, die Tyrosinase bzw. Dopaoxydase zu, oder es tritt, was jedoch noch nicht entschieden ist, eine Aktivierung eines Profermentes auf. In der Haut soll ebenfalls eine bedeutende Erhöhung des Schwefel- und Cholesteringehaltes erfolgen. Für diese photochemischen Umsetzungen sind meistens schon sehr geringe Mengen ultravioletter Strahlen ausreichend, wie auch von der Rachitisprophylaxe bekannt ist. Nun hat die Ultraviolettstrahlung auch einen wichtigen Einfluß auf den Ferment- bzw. Hormongehalt des Blutes, wie Versuche z. B. über die Insulinmengen am Meerschweinchen gezeigt haben und zwar besteht eine Abhängigkeit von der Dauer der Bestrahlung. Es ist jedoch nicht immer so, daß stärkere Bestrahlung eine größere Schädigung oder Begünstigung erzielt, sondern es bestehen Unterschiede in bezug auf die Menge und die Art der Verabreichung der Gesamtenergie.

Die Wirkung der sichtbaren Strahlung auf die chemischen Vorgänge im Körper tritt hinter der der Ultraviolettstrahlung erheblich zurück, doch kann auch sichtbare Strahlung gewisse chemische Veränderungen im Stoffwechsel z. B. dem Kohlenhydratstoffwechsel, bewirken. Pincussen wies in Versuchen mit sichtbarer Strahlung einschließlich des Ultrarot an Schweinen eine Zunahme des Quotienten Kalium : Kalzium im Blute nach, welche bei Bestrahlung mit Ultraviolett völlig

fehlte. Besonders auffällig schien die Förderung der Ausscheidung von Stoffwechselprodukten, z. B. für die Ausscheidung der Purinbasen und des Allantoins, des Endproduktes des tierischen Purinstoffwechsels. Dieser Ausscheidung kommt besondere Bedeutung für die Regulierung der Lebensvorgänge zu, unter Umständen auch unter pathologischen Verhältnissen, z. B. bei der Gicht und der Nieren- bzw. Harnsteindiathese. Auch die Ausscheidung körperfremder Stoffe soll durch die langwellige Strahlung begünstigt werden, ebenso regen ja Wärmestrahlen die Phagozytose an.

Daraus ergibt sich, daß den verschiedenen Strahlenqualitäten verschiedene Wirkung zukommen: Der kurzwelligen unsichtbaren Strahlung photochemische Umänderungen, der sichtbaren und Wärmestrahlung jedoch vor allem Funktionen der Ausscheidung. Die Wachstumsvorgänge weisen keine deutlichen Einflüsse auf, wie an Kaulquappen und Ratten gezeigt wurde. Von manchen Autoren wird eine Steigerung des Gaswechsels durch Ultravioletttstrahlen betont. Die Ergebnisse sind hier jedoch nicht eindeutig. Der Hämoglobingehalt des Blutes, nach manchen Forschern auch die Menge der roten Blutzellen, soll im Sinne einer Zunahme beeinflußt werden. Weitere Beobachtungen beziehen sich auf die Beeinflussung der Schilddrüse, besonders bei Hochgebirgssonnenbestrahlung. Bergfeld wies an Ratten nach, daß bei Aufenthalt im Dunkeln ihre Schilddrüse im Sinne einer Kropfschilddrüse mit typischen pathologisch-anatomischen Veränderungen erkrankte. Diese Veränderungen wurden dadurch behoben, daß die Tiere der Sonnenbestrahlung ausgesetzt wurden, wobei sich herausstellte, daß nur die Strahlen mit einer Wellenlänge bis etwa 320 μμ wirksam sind. Die gleichen Unterschiede im Bau der Schilddrüse zwischen ultravioletttbestrahlten und im Dunkel gehaltenen Tieren sind dann auch bei Hühnern, Kühen und Kälbern, weniger deutlich an Kaninchen nachgewiesen worden. Diese Erfahrungen dürften von Wichtigkeit sein für die Frage der Aetiologie des Kropfes, da sich gezeigt hat, daß der menschliche Kropf besonders in schattenreichen Gebirgstälern auftritt.

Ueber die Art und den Weg, wie die Strahlungsreize auf die Haut die Funktion der inneren Organe zu beeinflussen vermögen, können die eben erwähnten Versuche eine gewisse Aufklärung geben. Früher dachte man im wesentlichen an eine reflektorische Wirkung auf dem Nervenwege, während man heute mehr dazu neigt, die Wirkung für eine chemische zu halten, wofür folgende Versuche sprechen. Es ergab sich nämlich, daß Injektionen von Extrakten aus Hautstücken ultravioletttbestrahlter Tiere bei Dunkeltieren, die also eine Kropfschilddrüse hatten, die gleichen Veränderungen im Sinne der Schaffung eines normalen Schilddrüsenbildes hervorriefen, wie die Bestrahlung selbst. Extrakte von Hautstücken solcher Tiere dagegen, die mit längerwelligem Sonnenlichte bestrahlt waren, hatten diese Wirkung nicht. Es müssen also durch die Ultravioletttbestrahlung besondere physiologisch wirksame Stoffe entstanden sein. Wir sehen also, daß die Strahlung eingreifende Wirkungen am Organismus hervorzubringen vermag. Bei der Besprechung der Wetter- und Jahreszeiteneinflüsse werden wir auf diese Fragen noch einmal zurückkommen müssen.

Radioaktivität. Erd- und Höhenstrahlen, Ultrakurzwellen.

Welche Bedeutung der Radioaktivität in diesem Zusammenhange zukommt, läßt sich nicht mit Sicherheit entscheiden. Es ist bekannt, daß die Radioaktivität sehr starken Schwankungen unterworfen ist. Wir verstehen hier unter Radioaktivität die gesamte radioaktive Bodenstrahlung, die Radiumemanation, die vom Thorium und Aktinium und anderen Elementen ausgehende Strahlung. Schon vor längerer Zeit stieß man bei der Suche nach neuen Klimafaktoren auf die sehr verschieden starke Radioaktivität, was auf die Verschiedenartigkeit der Untergründe zurückzuführen ist. Systematische Untersuchungen von Schmid-Curtius im Thüringerwald bestätigten diese Ergebnisse. Eigenartige Zerfallsvorgänge im Untergrund sollen je nach der Gesteinsart die mehr oder weniger starke Durchsetzung von Bodenluft, Bodenoberfläche und unteren Schichten der Atmungsluft mit strahlenden Substanzen und deren Zerfallsprodukten bedingen. Es ergab sich die Tatsache, daß die stark kieselhaltigen Gesteine eine wesentlich höhere Radioaktivität der Bodenluft aufwiesen, als die Kalke. Die Buntsandsteine nahmen eine Mittelstellung ein. Die radioaktive Bodenluft tritt durch die Bodenporen als ein wesentlicher Teil der Erdatmung in die Atmungsluft über, wo die strahlenden Substanzen auf die Luft ionisierend wirken. Wenn man weiß, daß im Kubikzentimeter solcher Luft Tausende von Ionen entstehen können und diese, wie später bei der Luftelektrizität noch gezeigt wird, von großem Einfluß auf die Ionenverhältnisse des Organismus sein sollen, wird es nicht schwer, an eine Wirkung von nicht zu unterschätzender Bedeutung zu denken.

In diesem Zusammenhang sind auch die immer noch umstrittenen Erdstrahlen zu nennen. Es sollen dies Strahlen sein, die von unterirdischen Wasser- oder Erzadern oder Gesteinsspalten ausgehen und einen schädigenden Einfluß auf die Gesundheit ausüben können. Wahrscheinlich handelt es sich bei diesen geheimnisvollen Strahlen auch um radioaktive oder elektrische Vorgänge. Der Franzose Lakhovsky hat in Paris statistische Feststellungen über Untergrund und Krebsdichte erhoben. Er zeigte an einem großen Material, daß die Gegenden verschiedener Bodenformationen eine sehr verschieden große Krebsdichte aufweisen. Er fand Unterschiede von 0,5 bis 3 auf 1000. Lakhovsky führt dies auf „Radiationen", das sind Schwingungen verschiedenster Wellenlängen zurück, die in der Lage sein sollen, hypothetische Zellschwingungen („mitogenetische Strahlung, an keimenden Pflanzen, z. B. Zwiebeln nachgewiesen) im günstigen oder ungünstigen Sinne (krebsige Entartung) zu beeinflussen.

Ebenso unbefriedigend sind unsere Kenntnisse von den sogenannten durchdringenden Höhenstrahlen oder kosmischen Strahlen, die bereits seit 1912 bekannt sind und infolge ihrer ungeheuren Härte in der Lage sind, meterdicke Bleiklötze zu durchdringen. Diese Strahlen sollen aus dem Weltall, vielleicht aus dem Milchstraßensystem, stammen. Sie scheinen das organische Massenwachstum, das sich im Körpergewicht ausdrückt, ungünstig zu beeinflussen. Mehr ist über ihren Einfluß noch nicht bekannt. Sogar ihr physikalisches Wesen ist noch umstritten. Von T. und B. Dü 11 wird eine Beziehung zwischen Sonneneruptionen

und Krankheitsausbrüchen bzw. Todesfällen angenommen. Bei diesen solaren Ereignissen ausgestoßene elektrische Teilchen sollen unter bestimmten Bedingungen die Erde erreichen. Diese sogenannten Elektroinvasionen werden in ihrem Umfang durch die Stärke elektromagnetischer Feldstörungen charakterisiert. An einem Material von 36 000 Todesfällen in Kopenhagen und 4000 Todesfällen in Zürich, wurde eine Häufung der Todesfälle nach einer 27tägigen Periode nachgewiesen. Auch den Ultrakurzwellen wird ein Einfluß auf den Menschen zugeschrieben. Man will schwere Leistungsermüdung bei Menschen, die sich längere Zeit in der Nähe von Ultrakurzwellensendern aufhielten, beobachtet haben (Schliephake). Daß eine Beeinflussung durch Radiowellen möglich ist, scheint durch Beobachtungen an Tieren nachgewiesen zu sein. So sah man an Tauben eine völlige Desorientierung, wenn sie sich im Bereiche eines Senders aufhielten oder durch Zufall in den Bereich eines solchen gelangten, die jedoch sofort schwand, wenn der Sender abgeschaltet wurde. (Lakhovsky).

Die Luftelektrizität und ihr Einfluß auf Lebewesen.

Obwohl es wahrscheinlich ist, daß die vorhergenannten Strahlen auch einen gewissen Einfluß auf den elektrischen Zustand der Atmosphäre auszuüben vermögen, wenden wir uns nun den speziellen elektrischen Einflüssen zu. Die Frage nach der Einwirkung der Elektrizität besonders der Luftelektrizität auf biologische Vorgänge trat mit der Entdeckung der Luftelektrizität durch Lemonnier im Jahre 1752 in den Mittelpunkt des Interesses. Es folgen zahlreiche Versuche, von denen hier nur die wichtigsten genannt sein sollen.

Nollet untersuchte 1748 die Wirkungen der Elektrizität auf die Keimung von Pflanzensamen und auf das Wachstum von jungen Pflanzen, wenn diese in metallenen Gefäßen direkt elektrisiert oder nur in die Nähe geladener Teile gebracht wurden. In beiden Fällen stellte er eine Beschleunigung der Keimung und des Wachstums fest. Er untersuchte ebenfalls die Effekte, die die Elektrizität bei verschiedenen Tierarten, wie Katzen, Tauben, kleinen Vögeln usw. hervorrief und beobachtete immer eine Verminderung des Gewichtes, seiner Meinung nach verursacht durch eine Steigerung der Transpiration der Tiere gegenüber Kontrolltieren. Aus der gleichen Zeit stammte eine Mitteilung über einen Epileptiker, der immer bei Gewittersituationen seine Anfälle bekam, und bei dem diese auch durch Elektrisieren mit einem atmosphärischen Konduktor unbeabsichtigt auftraten. Abbé Bertholon stellte bereits 1780 fest, daß die atmosphärische und die durch die Elektrisiermaschine künstlich erzeugte Elektrizität ihrem Wesen nach absolut identisch seien, weshalb Versuche mit letzterer ohne weiteres auf die Luftelektrizität übertragen werden könnten. Nur wechsele die Luftelektrizität oft während einer halben Stunde mehrmals ihr Vorzeichen, weshalb ihre Wirkungen oft stärker seien.

Obwohl nur sehr wenig Beobachtungen über eine Wirkung der Luftelektrizität auf den Menschen vorlagen, glaubte man doch sehr stark an eine solche. Als Eintrittspforte in den menschlichen Körper nimmt Bertholon zwei Wege an: die unzähligen Poren der Haut und die

Lungen, denn aus den Lungenbläschen trete die Luftelektrizität in den Blutkreislauf über und verteile sich so im ganzen Körper, wo sie ihre Wirkung im Sinne einer Anregung der Exkretion und Sekretion entfalte. An statistischen Tabellen einzelner Städte wird gezeigt, daß die Zahl der Geburten und Todesfälle von Witterungszuständen, mitbeeinflußt durch die Mondstellungen und damit auch von der atmosphärischen Elektrizität, abhängt (etwa 100 Jahre später wurde von meteorologischer Seite nachgewiesen, daß die Gewitterhäufigkeit bei Neumond und zunehmenden Mond größer, wenn auch der Einfluß nur schwach ist). Auch wurde beobachtet, daß von einer Anzahl Jasminsträuchern, die an einer Hausmauer wuchsen, diejenigen, die der Blitzableitervorrichtung benachbart waren, im Laufe von 2 Jahren eine bedeutend größere Höhe erreichten. Gardini unterscheidet zwei hauptsächliche Wirkungsarten der Luftelektrizität. Erstens eine die einzelnen Funktionen anregende, die von der Elektrizität selber ausgehe, und zweitens eine, die darin besteht, daß die in der Luft schwebenden feinsten Teilchen, wie Wasserdampf und die verschiedensten Ausdünstungen, elektrisch aufgeladen und dadurch in die Pflanzen hineingeschafft und so zur Ernährung und zum Wachstum beitragen sollen. Der Physiker van Swinden beobachtete Beschleunigung des Pulses und der Säftezirkulation, ebenso Beschleunigung der Transpiration und daher Verkleinerung des Körpergewichtes. Auch das unerklärliche Auftreten von Schmerzen bei manchen Menschen vor Witterungsveränderungen sei als Wirkung der atmosphärischen Elektrizität anzusehen. Bei der Entdeckung der Wasserfallelektrizität durch Traller im Jahre 1786 wird auch auf die Möglichkeit einer Wirkung auf die Menschen hingewiesen. Volta und Galvani glaubten ebenfalls an die Möglichkeit einer Beeinflussung des Wohlbefindens durch die Luftelektrizität. Alexander von Humboldt glaubt, daß die erfrischende Eigenschaft mancher Winde auf der Zuführung neuer elektrischer Materie beruhe. Kröpfe und Kretinismus seien die Folge einer zu geringen Luftelektrizität, denn da man aus Erfahrung wisse, daß Berührung mit künstlich elektrisch überladener Luft Drüsenkrankheiten heile, so sei auch anzunehmen, daß ein Mangel an elektrischer Ladung Drüsenkrankheiten hervorrufen könne. Die Luft eingeschlossener Bergtäler sei mit der schlechten Zimmerluft zu vergleichen, weshalb die Einwohner ihre Kinder auf die Höhen schickten, wo sie reinere und elektrischere Luft einatmen können. Iphofen schreibt 1817 in einem Buche über den Kretinismus die Ursache dieser Krankheit auch einem Mangel an atmosphärischer elektrischer Materie zu.

Aus den folgenden Jahren kennen wir nun eine Unmasse von Beobachtungen, die sich alle mit dem Problem Luftelektrizität als biologischer Faktor befassen. Hinzu kam die Entdeckung des Ozons, das bei elektrischen Entladungen und also auch in der Atmosphäre entsteht. Es soll Wirkungen oxydativer Art auf Miasmen und Fäulniserreger ausüben und so eine ständige chemische Reinigung der Atmosphäre bewirken. Die alte Annahme, daß Gewitter die Luft reinigen, scheine deshalb keineswegs grundlos. Auch Arrhenius hat sich mit der Frage der Wirkung der Luftelektrizität beschäftigt und zwar stellte er mit Eckholm fest, daß die Luftelektrizität und andere elektrische Erscheinungen

in der Atmosphäre eine stark ausgeprägte Periodizität nach der des Mondes von 27,23 Tagen besitze. Er schreibt: „Der physiologische Einfluß der Luftelektrizität, welcher schon längst bei den Pflanzen bekannt ist, dürfte eine die ganze lebende Natur umfassende Erscheinung sein, welche darauf beruhen dürfte, daß bei solchen elektrischen Spannungen in der Luft chemische Verbindungen entstehen, welche eine Wirkung auf die Organismen ausüben."

Anwendung der Ionenlehre auf luftelektrische Verhältnisse.

Eine neue Phase der luftelektrischen Untersuchungen wurde 1899 durch Elster und Geitel eingeleitet, indem sie die Lehre von den Gasionen auf die luftelektrischen Verhältnisse anwendeten. Zahlreiche Untersuchungen und Messungen der Luftionenzahl zeigten, daß die Größe und das Verhältnis der positiven und negativen Ionen bei verschiedenen Wetterlagen sehr stark schwankt. Caspari berichtet 1902, daß an einer durch starkes Auftreten der Bergkrankheit berüchtigten Stelle im Monte-Rosa-Gebiet sich eine starke Ionisation mit einem viereinhalbfachen Ueberwiegen der positiven Ionen zeigte. Czermak stellte fest, daß der Ionengehalt an Föhntagen das Vielfache des an gewöhnlichen Tagen gemessenen beträgt.

Die nun angestellten Versuche mit unipolar geladener Luft an gesunden und kranken Personen zeigten fast immer einen deutlichen Einfluß und zwar wurde häufig über Erschwerung der Atmung, Kopfdruck, Müdigkeit und Abgeschlagenheit geklagt. Auch wurden Erniedrigung des Blutdrucks und andere vasomotorische Symptome wie ausgesprochen dysergisches Verhalten der Gesichtskapillaren (Nachweis mit Hilfe von Kapillarphotogrammen durch Bettmann) beobachtet.

Man hat angenommen, daß sich die Störung auf der atmenden Fläche der Lungen durch Beeinflussung des Gasaustausches abspielt. Es ist denkbar, daß die Kohlensäure das Blut an der Alveolarwand in Form hochdisperser Bläschen verläßt, die nach Lenard eine elektrische Ladung annehmen. Ist diese Ladung von gleichem Vorzeichen wie die in die Alveolarwand gelangte atmosphärische Luft, so kommt es auf elektrostatischem Wege zu einer Erschwerung des Kohlensäureaustrittes. Es konnte vielfach an Tagen mit negativem Elektrizitätsüberschuß Veränderungen der alveolären Kohlensäurespannung, und zwar meist im Sinne einer Herabsetzung nachgewiesen werden.

Auch Messungen über den elektrischen Widerstand der Haut zeigten große Unterschiede bei verschiedenen Ionisationslagen der Atmosphäre. Fritzsche denkt an die Möglichkeit, daß ein Ausgleich der Eigenladung des Körpers an die Atmosphäre erschwert ist, und daß das vegetative System unter Umständen gar nicht unter elektrischen Vorgängen der Umgebung, sondern wegen Erhöhung des Hautwiderstandes unter Speicherung seiner Eigenströme leidet.

Dessauer und seine Mitarbeiter berichten in ihrem Werk „Zehn Jahre Forschung auf dem physikalisch-medizinischen Grenzgebiet" eingehend über die Wirkung unipolar geladener Luft. Es zeigte sich bei einer Anzahl verschiedener krankhafter Zustände wie hohem Blut-

druck, rheumatischen Leiden, Kopfschmerzen usw. bei einem großen Teil der Fälle eine deutlich günstige Wirkung der negativ ionisierten Luft. Bei psychischen Aufgaben, z. B. Lesen von Zahlen, war der Einfluß der negativen Ionen ausgesprochen günstig. Bei Basedow zeigte sich ein Rückgang der Erregungszustände und des gesteigerten Grundumsatzes. Linke nimmt an, daß der Körper wahrscheinlich an ein gewisses Maß von Suspensionen (Ionenträger) gewöhnt sei und eine starke Veränderung der Zahl der geladenen oder ungeladenen Kerne auf katalytischem Wege zu Störungen des Gasstoffwechsels führen müsse. Wenn auch die Mitteilung über die Wirkung negativ oder positiv geladener Luft auseinander gehen, so überwiegen doch Angaben über eine günstige Wirkung negativ ionisierter Luft.

Hier seien noch die Versuche erwähnt, die Alfred Schmid an überlebenden Froschherzen ausführte. Herzen, die vor mehreren Stunden decapitierten Fröschen entnommen waren und ihre elektrische Reizbarkeit schon längst verloren hatten, wurden wieder reizbar, wenn sie mit Luftionenströmen angeblasen wurden. Die Herzen kontrahierten sich solange, bis der Strom abgeschaltet wurde, um beim Einschalten sofort wieder zu reagieren. Schmid erreichte bei diesen Versuchen noch Kontraktionen nach mehr als 53 Stunden nach der Entnahme der Herzen. Er schreibt dazu: „Aus diesen Versuchen geht aufs deutlichste hervor, daß die angewandten Ionenströme (und allfällig an sie gebundene oder mit ihnen gleichzeitig wirkende Faktoren) auf ein überlebendes automatisch arbeitendes Organ, Wirkungen ausüben und zwar im Sinne einer Erhöhung der Leistungsfähigkeit resp. der Vitalität desselben".

Aus all diesen genannten Versuchen geht hervor, daß seit langen Zeiten die feste Ueberzeugung bestand, daß eine Einwirkung des luftelektrischen Faktors auf biologische Vorgänge möglich ist. Leider ist es bis heute noch nicht gelungen, einwandfrei nachzuweisen, auf welche Art und Weise diese Wirkung zustandekommt, ob es eine isolierte Wirkung der Luftelektrizität ist, oder ob noch andere, uns bisher unbekannte Faktoren, dazukommen.

Gruppenbildung. Atmosphärische Vorgänge und biologisches Geschehen.

Es gibt eine ganze Anzahl von Krankheiten, welche rein klinisch betrachtet, immer wieder den Eindruck erwecken, daß sie durch Wettervorgänge ausgelöst werden. Besonders verdächtig auf eine solche Wetterabhängigkeit, Meteorotropismus, ist ganz allgemein das gruppenweise Vorkommen von Krankheitsfällen, d. h. die innerhalb weniger Tage erfolgende Häufung von Fällen einer und derselben Krankheit.

Diese Gruppenbildung ist bei manchen Krankheiten derart eindrucksvoll, daß die Annahme eines Witterungseinflusses sich geradezu aufdrängt. Es wurden dann auch vielfach Untersuchungen angestellt, für eine Reihe solcher Krankheiten den auslösenden Wettervorgang klarzustellen. Die Wahl der Krankheiten für die ein Einfluß untersucht werden soll, ist nicht gleichgültig, denn am besten eignen sich für eine solche Untersuchung Krankheiten, deren Auftreten akut und deren

Symptome möglichst charakteristisch sind, Krankheiten also, deren Beginn nach Möglichkeit auf eine ganz bestimmte Zeit, auf Tage, Stunden festgelegt werden kann. Auch sollen diese Krankheiten nicht allzu häufig sein, da sonst die Gefahr besteht, daß durch unzureichend beobachtete Fälle die Gruppenbildung verwischt wird. Diese Gruppenbildung wurde schon als Charakteristikum meteorotroper Krankheiten erwähnt.

Am schärfsten heben sich Gruppen gleichartiger Krankheitsfälle heraus, in denen sich die Erkrankungstermine für mehrere Fälle auf einen sehr kurzen Zeitraum zusammendrängen. So hat sich z. B. das gruppenweise Auftreten des akuten Glaukoms gezeigt. Die Gruppenbildung war hier so eindrucksvoll, daß man auch bei größter Zurückhaltung nicht an einen Zufall denken kann. Da außerdem das akute Glaukom keine Infektionskrankheit ist, so ist das Beispiel sehr beweisend. Denn andernfalls könnte man annehmen, daß vielleicht das unbeobachtete Zusammentreffen von Menschen mit einem solchen Kranken die Ursache für das gleichzeitige Auftreten mehrerer Fälle sein könnte und meteorische Einflüsse so nur vorgetäuscht würden, Als weiteres Beispiel hat sich nach de Rudder das Auftreten des akuten Kehlkopfcroups erwiesen und zwar erfolgte das zeitliche Zusammentreffen von Krankheitsfällen in räumlich von einander getrennten Ortschaften eines enger umschriebenen Gebietes. Die Untersuchungen am Kehlkopfcroup wurden vielfach bestätigt, so daß an einer gemeinsamen Auslösung durch ein wohl nur im Bereich meteorologischer Vorgänge liegendes Ereignis nicht gezweifelt werden kann. So wurde auch ein auffallendes zeitliches Zusammenfallen von Erkrankungen auch auf größere Entfernungen, z. B. Würzburg—München, nachgewiesen. Zahlreiche Beobachtungen über das gehäufte Auftreten von Erkrankungen wurden auch von anderen Forschern z. B. für Apoplexie und Embolie gemacht. Auch das zeitliche Zusammenfallen verschiedener Erkrankungen wie Croup und Schwangereneklampsie, wiederum über größere Strecken wurde gezeigt. Aus diesen Feststellungen schließt de Rudder: „Meteorotrope Krankheiten, d. h. Krankheiten, deren Auslösung durch Wetterfaktoren gesichert oder doch wahrscheinlich ist, zeigen eine zeitliche Koinzidenz in Form von Gruppenbildung der Krankheitsfälle in einer den Zufall erheblich überschreitenden Weise. Diese zeitliche Koinzidenz gilt für Landstriche bis zu mehreren 100 km Ausdehnung, wodurch örtliche Wetterfaktoren als Auslösungsursache stark in den Hintergrund treten, vielmehr in erster Linie an meteorologische Vorgänge größten Stils gedacht werden muß. Erwartungsgemäß zeigt sich ferner ein gleichzeitiges Auftreten von Fällen genetisch ganz verschiedener meteorotroper Krankheiten".

Meteorologische Vorgänge zur Zeit der Gruppenbildung.

Es mußte nun untersucht werden, ob zur Zeit des Vorkommens solcher Krankheitshäufungen sich jeweils ein bestimmtes meteorologisches Ereignis oder ganz bestimmte Typen meteorologischer Vorgänge abspielen. Das Arbeiten mit Mittelwerten brachte keinerlei Fortschritte, vielmehr mußte das Wettergeschehen jeder Krankheitsgruppe

genau analysiert werden. Vielen Untersuchern der vergangenen Zeit hatte sich diese Fragestellung auch schon aufgedrängt, ohne jedoch befriedigende Ergebnisse gebracht zu haben. Welches waren nun die Gründe für diese Mißerfolge? Es sei daran erinnert, daß das Wetter im allgemeinen durch eine Anzahl mehr oder weniger unpräziser Ausdrücke wie kalt, warm, schwül, feucht, trüb usw. gekennzeichnet wurde, die für eine genauere Untersuchung unbrauchbar sind, da sie sich nicht scharf fassen lassen. Außerdem war man geneigt, den Wetterelementen wie Temperatur, Luftdruck, Feuchtigkeit usw. eine Art selbständige Existenz zuzuschreiben; daher versuchte man auch einzelnen dieser Faktoren die auslösende Wirkung zuzuschreiben.

Die Versuche, dem Problem auf statistischem Wege beizukommen, verliefen ebenfalls ergebnislos. Man kann zwar Wettervorgänge an einzelnen Elementen messend verfolgen, aber bestenfalls lassen diese Messungen hinter das Wesen der Vorgänge blicken. Schon Blumenfeld sagte 1909: „Niemand aber wird bezweifeln, daß nur das Wetter als Ganzes auf den Organismus einwirkt.“ Nach de Rudder sind die meteorologischen Elemente nur als Ausdruck, als Symptome eines viel allgemeineren Geschehens zu werten. Dieses allgemeinere Geschehen aufzuzeigen, sei unsere Aufgabe. War nun ein bestimmtes meteorologisches Ereignis als Auslösungsursache festgestellt, so erwartete man, daß es nun auch immer zu Krankheitsfällen kommen müsse, ohne zu bedenken, daß dies nur eintreten kann, wenn für diese oder jene Krankheit Empfängliche vorhanden sind.

Wir sehen also schon, daß es nicht immer zu Krankheitsfällen kommen muß, sondern daß manches meteorologische Ereignis auch reaktionslos vorübergehen kann.

De Rudder und viele andere haben nun versucht, das meteorologische Geschehen bei der Gruppenbildung aufzuklären. Sie legten graphische Darstellungen an, in denen das Vorkommen von Krankheitsfällen vermerkt wurde und die wesentlichsten meteorologischen Elemente in ihrer laufenden Aenderung übersichtlich zu verfolgen waren. Als charakteristische Elemente erwiesen sich der Gang des Luftdrucks und der Temperatur. Auf Grund der Ergebnisse dieser graphischen Darstellung ergab sich nun die Frage, welche atmosphärischen Störungen hier vorliegen. Für eine derartige Erfassung des meteorologischen Gesamtgeschehens gibt die moderne Meteorologie mit Hilfe der Luftkörperanschauung die Möglichkeit.

Die Luftkörperanschauung und Krankheitsauslösung.

Wir wissen heute, daß die Luftmassen unseres Gebietes aus verschiedenen wohlcharakterisierten Luftkörpern bestehen, die sich in ihren physikalischen Eigenschaften weitgehend unterscheiden. Je nach Herkunft des betreffenden Luftkörpers sowie nach der Zeit, die dieser bereits über einer Gegend lagert, wechseln diese Eigenschaften. Durch die dauernden Verlagerungen von Luftmassen über der Erde kommen also die verschiedenen Orte dauernd in ein oft erheblich anderes meteorologisches Milieu.

Besonderes Interesse erwecken nun Gebilde, die an der Berührungsfläche verschiedener Luftkörper entstehen. Es sind dies die sogenannten Unstetigkeitsschichten. An diesen Grenzflächen erfolgt nämlich keine gleichmäßige Mischung der beiden Luftkörper, sondern es entsteht eine Schicht mit neuen physikalischen und meteorologischen Eigenschaften. Für Mitteleuropa spielen nach de Rudder die Hauptrolle: Erstens die als Zyklonfronten bekannten Unstetigkeitsschichten an der Vorderseite (Warmfront) und Rückseite (Kalt- oder Böenfront) von Tiefdruckgebieten, zweitens die Unstetigkeitsschichten an der Grenze des ziemlich konstanten osteuropäischen Hochdruckgebietes, das aus polarkontinentalen Luftmassen besteht, drittens die Aequatorialfront an der Grenze des aus tropikmaritimen Luftmassen aufgebauten Azorenmaximums, viertens Unstetigkeitsschichten bei Stattelung von Luftmassen, worunter man die Aneinanderlagerung von Luftmassen versteht, die durch verschiedenes Alter, verschiedene physikalische Eigenschaften besitzen.

In unseren nördlichen gemäßigten Zonen stehen wir unter dem Einfluß zweier Luftströmungen, nämlich nördlich der Polarluft, die von Osten nach Westen strömt und südlich der Tropikluft, die in Richtung der Erdrotation, also von Westen nach Osten strömt. Die Berührung dieser sich physikalisch wesentlich unterscheidenden Luftkörper geschieht nun nicht etwa in einer scharfen Berührungsfläche, sondern in Form von Wellenbewegungen mit Vorbauchungen und Einbuchtungen. Diese Wellen der Polarfront, von der Teile vollkommen abgeschnürt werden können, bilden nach heutiger Auffassung die Kerne für die Depressionen und Zyklonen.

Da die Luftkörper durch bestimmte Eigenschaften charakterisiert sind, die Polarluft z. B. durch niedrigere Temperaturen und höheren Luftdruck, die Tropikluft dagegen durch höhere Temperaturen und niedrigeren Luftdruck, kann man aus dem örtlichen Verlauf von Temperatur und Luftdruck schließen auf das meteorologische Geschehen, auf den Durchzug von Depressionen mit ihren Warm- und Kaltfronten an den Orten.

Nun kann es sich ereignen, daß Luftmassen schalenförmig abgehoben werden und in einer gewissen Höhe über ein Gebiet hinwegziehen. Der Durchzug dieser sogenannten Okklusionen, der im allgemeinen nur durch Messungen in größeren Höhen, etwa auf Bergstationen, festgestellt werden kann, ist von derselben krankheitsauslösenden Bedeutung, wie die Depressionen selbst. Sehr häufig findet man bei der Passage von Fronten einer okkludierten Zyklone eine zunächst überraschende Temperaturänderung auf der Erdoberfläche, nämlich beim Passieren der Warmfront eine leichte Abkühlung und beim Passieren der Kaltfront eine Erwärmung. Bei Nichtberücksichtigung von Messungen aus größerer Höhe könnte man das Ereignis auf einen ganz anderen Wettervorgang beziehen. Diese Erscheinung kommt jedoch auf rein dynamischem Wege zustande, indem nämlich Luft bei Druckentlastung sich abkühlt und bei Druckzunahme sich erwärmt. Erfolgt nun in größerer Höhe der Einbruch warmer und damit leichterer Luftmassen, so werden die darunterliegenden entlastet und müssen

sich somit abkühlen. Umgekehrt werden beim Einbruch polarer Luftmassen die darunterliegenden Luftmassen komprimiert und erwärmen sich daher (adiabatische Temperaturänderungen).

An der Grenze des über Osteuropa ziemlich konstant lagernden Hochdruckgebietes findet sich auch eine Unstetigkeitsschicht, die zuweilen bis Mitteleuropa vordringen kann. Auch für diese Ereignisse, die zahlenmäßig viel seltener sind, haben sich Gruppenfälle ergeben. Ebenso grenzt sich das Hochdruckgebiet, das ziemlich konstant in der Azorengegend lagert, gegen die von Westen kommenden Depressionen in einer in Analogie zur Polarfront Aequatorialfront genannten Unstetigkeitsschicht ab. Auch für diese Ereignisse, die sich jedoch nicht so gut analysieren lassen, da sie sich meistens in größerer Höhe abspielen, haben sich Beispiele von Gruppenbildung gezeigt.

Folgt der Wechsel von Luftkörpern sehr schnell, dann läßt sich oft die Gruppe nicht eindeutig dem einen oder anderen Vorgang zu ordnen. Man spricht sodann nach de Rudder von Gruppenmischung und Gruppenreihung. Aus dem bisher Gesagten läßt sich nun feststellen, daß, ganz allgemein gesprochen, dem Durchzug atmosphärischer Unstetigkeitsschichten eine krankheitsauslösende Wirkung zugesprochen werden muß. Wir haben gesehen, daß Wetterstürze krankheitsauslösend wirken können, aber ebenso, daß viel weniger eindrucksvolle Witterungsänderungen meteorologisch grundsätzlich gleiche Vorgänge darstellen und daher gleiche Wirkungen haben können.

Meteorotrope Krankheiten, und die ursächlichen meteorol. Ereignisse.

Die weitere Frage ist nun, welche meteorotropen Krankheiten gesichert erscheinen und welchen meteorologischen Ereignissen die Auslösung zuzuschreiben ist. An erster Stelle sei hier wieder der Kehlkopfcroup genannt, worunter ganz allgemein die Manifestation einer Grundkrankheit an Kehlkopf und Trachea verstanden wird, wie sie bei Diphtherie, Masern, Grippe, und wenn auch viel seltener, bei Scharlach auftritt. Diese verschiedenen Croupformen treten in dem Material de Rudders in buntem Wechsel nebeneinander auf. Für das gehäufte Auftreten von Krankheiten kommen nun nach de Rudder folgende meteorologischen Ereignisse in Betracht; der Einbruch von Tropikluft bzw. der Durchzug von Kaltfronten, der Einbruch von Tropikluft bzw. der Durchzug von Warmfronten, der Durchzug von Grenzschichten des polarkontinentalen Hochdruckgebietes, Störungen durch die Aequatorialfront und Störungen durch Unstetigkeitsschichten, die durch die Staffelung von Luftmassen entstehen. Beim Durchzug von Warm- oder Kaltfronten ist es gleichgültig, ob diese die Erde erreichen, oder ob sie als okkludierte Zyklonen in größerer Höhe über ein Gebiet hinwegziehen. Nach einer Auszählung des Materials de Rudders ergibt sich folgende Beteiligung der verschiedenen meteorologischen Ereignisse für Croup:

Croupfälle erweisen sich als:

reine Kaltfronttypen in etwa	30 %
reine Warmfronttypen in etwa	20 %
Mischtypen zwischen beiden, etwa	15—20 %
reine Aequatorialfronttypen, etwa	5 %
Fälle an der Unstetigkeitsschicht des russischen Hochs und Mischtypen von Polar- und Aequatorialfront oder von schwer analysierbaren kombinierten Störungen (zwei Depressionen usw.), etwa	15—20 %
weder Polarfront- noch Aequatorialfrontstörungen sicher nachweisbar	10—15 %

Es überwiegen also ziemlich erheblich die Polarfrontpassagen, wie es in unserem, im wesentlichen durch viele Zyklonen beeinflußten Gebiet, nicht anders zu erwarten ist.

Eine Statistik von Stengel über den Einfluß des Wetters auf Apoplexie und Embolie zeigt ähnliche Ergebnisse. Stengel benützte das Sektionsmaterial des Pathologischen Institutes der Universität München aus der Zeit vom 1. 1. 24 bis 1. 4. 32. Unter etwa 10 000 Sektionen wurden 659 pathologisch anatomisch sichergestellte Embolien und Infarkte und 472 Apoplexien gefunden. Als Stichtag für die Untersuchungen wurden die Erkrankungstage gewählt, die aus den Krankengeschichten der Münchner Kliniken ermittelt wurden. An Hand der Wetterkarten der Monatsübersichten sowie des Luftkörperkalenders der Münchner Landeswetterwarte wurden die Stichtage meteorologisch analysiert. Besondere Beachtung wurde auch hier dem Durchzug von Warm- und Kaltfronten sowie auch besonders dem Auftreten von Föhn gewidmet. Stengel unterscheidet folgende Wettertypen:

1. Kaltfront.
2. Warmfront.
3. Föhnlage.
4. Grenzbereich zwischen mehreren Depressionen, d. h. die einzelnen Störungen folgen so rasch aufeinander, daß keine genauen Unterschiede zwischen der warmen Vorderseite und der kälteren Rückseite der Störungen mehr festzustellen sind.
5. Hochdruckwetterlage (Azorenhoch, Kontinentalhoch, Kältehoch).
6. Wetterlage, bei der sich Mitteleuropa in einer Rinne tiefen Drucks zwischen zwei Hochdruckgebieten befindet.
7. Wetterlage bei Mittelmeerdepression (obwohl ziemlich selten und räumlich begrenzt, kommt dieser Wetterlage anscheinend eine verhältnismäßig große Bedeutung für unsere Untersuchung zu.)

Die Ergebnisse der Untersuchung für Apoplexie und Embolie waren folgende:

Apoplexien:

Kaltluft	172 =	39,91 %	
Grenzbereich	31 =	7,19 %	
Rinne	9 =	2,09 %	
Warmluft	64 =	14,87 %)	32,50 %
Föhn	76 =	17,63 %)	
Hochdruckwetterlage	56 =	12,99 %	
Mittelmeerstörung	23 =	5,32 %	
	431 =	100,00 %	

Embolien:

Kaltluft	112 =	19,24 %
Grenzbereich	28 =	4,81 %
Rinne	7 =	1,21 %
Warmluft	84 =	14,43 %
Föhn	262 =	45,02 %
Hochdruckwetterlage	61 =	10,48 %
Mittelmeerstörung	28 =	4,81 %
	582 =	100,00 %

Wir finden auch in diesen Untersuchungen eine weitgehende Uebereinstimmung mit den Ergebnissen de Rudders für Kehlkopfcroup. Stengel selbst faßt diese Ergebnisse wie folgt zusammen:

1. Apoplexien und Embolien sind bei zyklonalem Wetter („kämpfendes Wetter" Fritsches, „Unstetigkeitsschichten" de Rudders) anscheinend häufiger.
2. Apoplexien treten besonders bei Kaltluftfronten und in zweiter Linie bei Warmfronten auf.
3. Embolien dagegen sind sehr häufig bei Föhnlage (45 %) und bei Warmfronten. Schwächer scheinen sie auf Kaltluftfronten anzusprechen.
4. Bei ausgesprochener Hochdruckwetterlage treten absolut und relativ weniger Apoplexie- und Embolefälle auf.
5. Mittelmeerstörungen scheinen einen überraschend großen Einfluß in unserem Gebiet auszuüben und zwar für Apoplexie und Embolie.
6. Bei ausgesprochener Monsunwetterlage treten nur sehr wenig Todesfälle an Apoplexie und Embolie auf; (obwohl schlechtes Wetter herrscht, ist die Wetterlage weitgehend stabil).
7. Temperaturerhöhung allein (Hitzeperioden) hat keinen besonderen Einfluß (Schönwetterperiode Juli 1928, September 1928).

Bei der Betrachtung jedes Witterungsfaktors einzeln für sich konnte ebenfalls keine Korrelation mit den Embolie- und Apoplexiefällen gefunden werden.

Den Nachweis eines Zusammenhanges von Gruppenfällen mit Luftkörperwechsel findet man in der Literatur für eine weitere Krankheit erbracht, nämlich für die Eklampsie der Schwangeren. Der Beweis wurde auf methodisch gleichem Wege wie für Croup geführt. An einen Zusammenhang zwischen Wetter und Eklampsie glaubte man schon lange, da man oft Häufungen von Eklampsiefällen sah. Es gelang jedoch mit den damaligen Methoden nicht, diese Vermutungen zu erhärten. Erst Jakobs und später von Heuß zeigten an einem großen Material, daß die lokalen Eklampsiehäufungen mit Kaltfronteinbrüchen zusammenfielen. Für die Spasmophilie der Säuglinge scheint ähnliches zu gelten. Obwohl es noch nicht eindeutig gelang, die Beziehungen nachzuweisen, glaubte de Rudder doch aus zahlreichen Mitteilungen verschiedener Autoren entnehmen zu dürfen, daß es sich um Wirkungen von Warmfrontpassagen handelt. Bei der Spasmophilie kommt aber offenbar noch ein weiterer Faktor, nämlich eine jahreszeitlich bedingte Steigerung der Krampfbereitschaft, hinzu. Zu den meteorotropen Krankheiten kann ferner der durch plötzliche intraokulare Drucksteigerung entstehende akute Glaukomanfall heute schon fast mit Sicherheit gerechnet werden. Ausgedehnte Untersuchungen haben das unmittelbar bestätigt. Auch die Haemoptoe gehört zu den Krankheitszuständen, deren zeitweise Häufung in Lungensanatorien besonders aufgefallen ist. Man dachte besonders an die Wirkung von Luftdruckschwankungen, starken Feuchtigkeitsänderungen, Föhn und anderer Faktoren. Schröder sagt jedoch: „Es kommt nun meines Erachtens weniger auf das Wirken einzelner Faktoren an ...., sondern das Zusammenwirken verschiedener Witterungseinflüsse hat für das Eintreten einer Blutung ursächliche Bedeutung ....“ Außerdem scheint ein Wettereinfluß bei Narbenschmerzen, bei Schmerzen in Amputationsstümpfen und bei Verschlimmerungen rheumatischer und neuritischer Beschwerden zu bestehen. Für diese Wettervorgänge scheint sogar eine gewisse Vorfühligkeit zu bestehen. Es sind Fälle bekannt, wo Patienten mit absoluter Sicherheit auf Grund ihrer Beschwerden Wetteränderungen voraussagen konnten. Feige, Freund, de Rudder und andere konnten nachweisen, daß diese Verschlimmerungen ausgesprochen in Abhängigkeit von Frontpassagen auftraten, und zwar führten sowohl Kalt- wie Warmfronteinbrüche als auch Okklusionserscheinungen zu den genannten Beschwerden.

Für andere Krankheiten, für die zwar systematische Untersuchungen nicht vorliegen, scheinen auch, wie aus verschiedenen Mitteilungen zu ersehen ist, Zusammenhänge mit Witterungseinflüssen zu bestehen. Das gilt besonders für die als Erkältungskrankheiten bezeichneten Krankheitszustände. Auch über Infektionskrankheiten liegen ähnliche Untersuchungen vor. Ochsenius sagt über Wetter und Diphtherie: „Ein Zusammenhang zwischen Diphtherie und Witterung ist unverkennbar. Die größte Rolle spielt der Feuchtigkeitsgehalt der Luft und zwar nicht sowohl der absolut hohe relative Luftfeuchtigkeitsgehalt, als das Fehlen der mittäglichen Senkung. Eine Umkehrung der normalen Feuchtigkeitskurve in dem Sinne, daß mittags die Feuchtigkeit höher ist als früh und abends, läßt ein bis zwei Tage später fast stets ein Ansteigen der Diphtheriekurve erkennen .... Plötzliche Stürze des Luftdruckes

— Zeichen eines Witterungswechsels — lassen auf eine Zunahme der Diphtherie schließen. Temperaturumschläge sind ebenfalls von Bedeutung, auch plötzliches Umspringen des Windes üben einen Einfluß aus. Gleichmäßige Witterung — bei warmer oder kalter Temperatur — übt stets einen günstigen Einfluß aus.“ Dann sagt de Rudder: „Es ist ohne weiteres erkennbar, daß fast alles, was hier beschrieben wird, Vorgänge an den genannten Fronten darstellen.“ Eine weitere Mitteilung de Rudders sei hier angeführt: „.... Scharlach kam im Jahre 1930 im Meldebereich nur ganz sporadisch vor. Im ganzen Jahr kam es nur einmal zu je einer Gruppe von 3 und einmal zu einer Gruppe von 5 Fällen am gleichen Tage. Die Gruppe von 3 Fällen ereignete sich am 6. März nach einem Einbruch polarmaritimer Luft vom 5. März. Die Gruppe von 5 Fällen (zusammen mit einem Diphtheriefall) ereignete sich am 12. April, an dem nach seit 8 Tagen konstanter Kontinentalluft erstmalig eine Unstetigkeitsschicht mit nachfolgender maritimer Luft durchzog.“ Wir sehen also ein sehr deutliches Beispiel, welches das Wirken eines Zufalles sehr unwahrscheinlich macht.

Aehnliche Beobachtungen wurden hinsichtlich der Appendizitis gemacht. Seifert schreibt: „Dem aufmerksamen Beobachter in jedem größeren Krankenhause drängt sich immer wieder die Tatsache auf, daß die Einlieferung und damit im großen und ganzen die Erkrankungsziffern von akuter Appendizitis merkbaren, zuweilen ganz auffallenden Schwankungen unterworfen sind. Daher muß es Wunder nehmen, so wenig über das Phänomen an sich, so mangelhafte Anhaltspunkte für die offenbar landläufige Anschauung vom Einfluß des Wetters auf die Appendizitishäufung in der einschlägigen Literatur zu finden.“ Seifert hat die Frage der Witterungsabhängigkeit der Appendizitis an dem großen Material von 12 Jahren der Würzburger Chirurgischen Klinik geprüft, und kommt jedoch zu einer Ablehnung. Die Häufungen werden als zufällig im Sinne der Statistik angesprochen. De Rudder glaubt im Gegensatz dazu nach genauer Durchsicht desselben Materials sagen zu dürfen: „Sieht man einmal von den zahlreichen Einzelfällen und kleinen Gruppen ab und beschränkt man sich auf die zuweilen mehrmals im Monat sich findenden Gruppen von 6, 8, 10 und mehr Fällen in 2—3 Tagen, so fällt doch auf, wie oft diese Gruppen zeitlich mit dem Durchzug einer ausgesprochenen Zyklonvorder- oder Rückseite zusammenfallen, oft im Sinne der für Croup aufgezeigten Typen, oft im Sinne von Mischung (Gruppen zwischen zwei sich dicht folgenden Fronten).“

Hagentorn sagt zu dem Problem Appendizitis und Wetter: „Der klinischen Beobachtung hat schon seit langem, wie bei anderen Krankheiten, so auch bei der Appendizitis, ein in kurzen Zeitperioden gehäuftes Auftreten nicht entgehen können, dem Zeiträume vorangehen und folgen, in denen gar keine oder nur vereinzelte Erkrankungen auftreten. Geht man den Dingen an einem größeren Beobachtungsmaterial nach, so findet man die klinische Beobachtung objektiv bestätigt.“ Hagentorn hat an graphischen Darstellungen nach Art der von de Rudder für Croup angelegten gezeigt, daß ein Zusammenhang zwischen „Wettersturz“ und Häufung von Krankheitsfällen augenfällig ist.

Witterungsabhängigkeit wird ebenfalls für das schubweise Auftreten von croupöser Pneumonie angenommen. Es bestehen einige umfangreiche Statistiken und Veröffentlichungen aus den achtziger Jahren, aus denen nach de Rudder eine Wetterabhängigkeit ersichtlich sein soll. Für Hautkrankheiten, verschiedene Arten plötzlicher Todesfälle, z. B. dem Ekzemtod der Säuglinge, für das plötzliche Aufschießen von Phlyktänen, für Keuchhusten wird dasselbe behauptet. Die Zahl der Mitteilungen darüber ist leider noch sehr gering. Von manchen Autoren wird ferner auf die Witterungsabhängigkeit epileptischer Anfälle hingewiesen. Schließlich ist hier noch das Asthma bronchiale zu nennen, dessen Witterungsabhängigkeit immer wieder behauptet wird, ohne daß es bisher gelungen ist, feinere Zusammenhänge nachzuweisen. Man spricht hier vielfach von Klimaallergenen und Storm van Leeuwen denkt vor allem an in der Luft enthaltene Miasmen, Schimmelpilze, Milben, eiweißhaltige Zersetzungsprodukte. Diese Stoffe sollen bei verschiedenen Wetterlagen in verschieden großem Maße vorhanden sein. Es würde also eine mehr indirekte Beziehung zum Wettergeschehen bestehen. Es wurde jedoch auch das plötzliche gehäufte Auftreten von Anfällen, so z. B. von Burckhardt in einem Kinderheim beobachtet. Eine psychische Beeinflussung der Kinder dürfte bei dem Alter der Kranken kaum in Frage kommen. Außerdem schienen die „Asthmatage“ Burckhardts auch noch andere Störungen wie Kopfweh, rheumatische Beschwerden, Müdigkeit usw. zu bewirken. Diese spontane Beobachtung liefert geradezu ein Beispiel für das früher erwähnte zeitliche Zusammenfallen verschiedener meteorotroper Krankheiten. Kämmerer schreibt zur Frage Asthma und Klima: „Im allgemeinen darf man wohl sagen, daß über die Klimaeinflüsse noch nicht das letzte Wort gesprochen ist, da bei der großen Möglichkeit von unbekannten Allergenen die Einflüsse des Klimas sehr komplexer Natur sein können.“

Der Vorgang der Krankheitsauslösung.

Die Wirkung der genannten atmosphärischen Unstetigkeitsschichten ist niemals als Krankheitsursache schlechthin zu betrachten, sondern sie bilden nur die letzte Auslösung, die einen durch eine Reihe krankhafter Vorgänge bereits prädisponierten Organismus trifft. In sehr klarer Weise wird dies durch das schon früher genannte Beispiel der Säuglingsspasmophilie belegt. Dort kann nämlich die latente Spasmophilie, die der manifesten unbedingt vorausgehen muß, einwandfrei klinisch und blutchemisch nachgewiesen werden. Ebenso klar erscheint es, daß den anderen durch atmosphärische Ereignisse ausgelösten Krankheiten wie der Eklampsie, der Apoplexie und Embolie usw. auch eine Krankheitsbereitschaft vorausgehen muß.

Nun war man von je sehr geneigt, aus den verschiedenen meteorologischen Elementen ein geeignet erscheinendes herauszusuchen und auf seine Veränderung eine Theorie aufzubauen. Diese Theorien befriedigten im allgemeinen nicht, wie schon früher am Beispiel der Wetterschmerzen an Narben und Gelenken gezeigt wurde. Daß eines der geläufigen meteorologischen Elemente wie Luftdruck, Temperatur, Luftfeuchtigkeit, Windstärke und andere für die Auslösung auch nur im

entferntesten in Frage käme, erscheint völlig ausgeschlossen. Ein solcher Zusammenhang wäre längst ermittelt worden und diese Unzahl auf einen solchen Nachweis zielenden Untersuchungen wären nicht ergebnislos verlaufen. Gerade diese ergebnislosen Untersuchungen zeigen ja immer wieder, daß der Luftdruck sich nicht ändern muß, die Temperatur nur kaum merkliche Aenderungen aufzuweisen braucht, und trotzdem eine Krankheitsauslösung erfolgt.

Von besonderer Bedeutung erscheint, daß manche Krankheiten schon auftreten, wenn ein Luftkörper oder eine Unstetigkeitsschicht einen betreffenden Ort noch gar nicht erreicht hat, vielmehr oft schon das Herannahen und nicht erst der erfolgte Wetterumschlag die Krankheitsauslösung bewirkt. Man hat nämlich gesehen, daß ein Luftkörperwechsel einen Ort gar nicht zu erreichen braucht, sondern sich beispielsweise auch in einigen Kilometern Entfernung vollziehen kann und trotzdem in diesem Orte Krankheitsfälle auszulösen vermag. Daß die Erkrankung dem Wetterereignis vorausgehen kann, ist besonders vom Föhn bekannt. Dort können nämlich schon Wirkungen auftreten, wenn meteorologisch noch gar nichts nachzuweisen ist. Hier muß man also an einen Faktor denken, der einer Art Fernwirkung fähig ist und da ist von vielen Forschern in erster Linie an luftelektrische Vorgänge gedacht worden. Wir haben bei der ausführlichen Besprechung der Luftelektrizität zahlreiche Beispiele gesehen, die eine biologische Wirkung sehr wahrscheinlich machen.

Wie die elektrischen, insbesondere die Ionenverhältnisse bei den Luftkörpervorgängen liegen, ist noch nicht eingehend untersucht worden. Daß sich aber an der Unstetigkeitsschicht einer Front elektrische Vorgänge von unter Umständen ungeheuren Dimensionen abspielen können, beweist schon das häufige Auftreten von Böengewittern an der Rückseite von Fronten. E. Flach verweist auf die krankheitsauslösende Wirkung von vertikalen Luftströmungen, die bei jedem Luftkörperwechsel vorkommen. Durch das Aufsteigen bzw. Absinken von Luftmassen kommen adiabatische Temperaturänderungen vor, die den relativen Feuchtigkeitsgehalt und den kolloidalen Zustand (Verschiebung der Kernverhältnisse) der Luft hochgradig verändern können. Ionenuntersuchungen, die von Flach in Abhängigkeit von der relativen Luftfeuchtigkeit durchgeführt wurden, ergaben, daß mit dem Absinken bzw. mit dem Ansteigen derselben periodische Schwankungen der elektrischen Raumladung, d. h. abwechselnd Ueberschuß der Ionen des einen Vorzeichens über die des anderen, verknüpft sind. Die bei diesen Vorgängen auftretenden Luftdruckoszillationen der verschiedensten Frequenzen wurden schon mehrfach als pathogener Faktor vermutet. Israel-Köhler und E. Booy konnten aber vor kurzem zeigen, daß denselben keinerlei meteoro-pathologische Bedeutung beizumessen ist. Da auf die Untersuchungen über die biologische Wirkung der Luftelektrizität schon früher ausführlich hingewiesen wurde, sei hier nur noch auf Untersuchungen von Straub, Gollwitzer-Meier und Schlagintweit hingewiesen, die eine Abhängigkeit der alveolären Kohlensäurespannung und der aktuellen Blutreaktion von der Jahreszeit wahrscheinlich machen.

Der Angriffspunkt der Witterungseinflüsse.

Eindeutiger als die Frage nach der letzten Ursache der Krankheitsauslösung ist wohl heute schon der letzte Angriffspunkt dieser Wirkungen im Körper zu erkennen. Er wird letzten Endes im vegetativen Nervensystem zu suchen sein, dessen dominierende Stellung im Körpergeschehen immer mehr betont wird. Für diese Annahme spricht auch die Tatsache, daß unter den meteorotropen Krankheiten besonders solche zu finden sind, für welche Einflüsse des vegetativen Nervensystems ohnehin anzunehmen sind, nämlich Spasmophilie, Eklampsie, Glaukom, Bronchialasthma u. a. Durch die atmosphärischen Vorgänge und hier besonders durch elektrische Zustandsänderungen scheint also eine geänderte Reaktionslage des vegetativen Nervensystems geschaffen zu werden, die nun ihrerseits den in diesem oder jenem Sinne disponierten Organismus zum Erkranken bringt. De Rudder faßt dies folgendermaßen zusammen: „Vorgänge in der Erdatmosphäre, welche mit einer Umschichtung von Luftmassen verbunden sind und welche sich uns vorwiegend als „atmosphärische Unstetigkeitsschichten“ produzieren, führen zu einer Aenderung des Ionengleichgewichtes der uns umgebenden Atmosphäre. Das Einatmen dieser Luft erzwingt im Körper eine Aenderung der aktuellen Blutreaktion und damit eine geänderte Erregbarkeit und Ansprechbarkeit des vegetativen Nervensystems. Dieses letztere als Regulator des Gesamtgeschehens im menschlichen Körper löst bei Individuen, welche auf Grund anderer krankhafter Vorgänge gewisse Allgemeinbedingungen erfüllen, eine akute krankhafte Reaktion aus, deren sichtbares Erscheinungsbild naturgemäß bestimmt wird durch die genannten vorbestehenden Allgemeinbedingungen.“

Föhn, Föhnkrankheit und die Ursache ihrer Entstehung.

Dem Föhnproblem sei in diesem Zusammenhange besondere Beachtung geschenkt, da die krankmachende Wirkung des Föhns allgemein bekannt, in ihren Ursachen aber immer noch nicht völlig geklärt ist. Föhn ist ein Fallwind, der sich durch große Trockenheit und relativ hohe Temperaturen auszeichnet. Er entsteht in den nördlichen Alpen- und Voralpengebieten immer dann, wenn in Norditalien ein Hochdruckgebiet und in Westeuropa ein Tiefdruckgebiet sich befindet. Diese Druckunterschiede sind bestrebt, sich auszugleichen und es entsteht eine Luftströmung von Süden nach Nordwesten. Beim Anprall am Südhange der Alpen werden diese Luftmassen zum Aufsteigen gezwungen, wobei sie auf adiabatischem Wege sich abkühlen und dadurch fast ihre ganze Feuchtigkeit in Form von Aufgleitregen abgeben. Am Nordhange der Alpen sinkt dann diese relativ trockene Luft abwärts und erwärmt sich dabei ganz erheblich. Hierbei können Temperaturunterschiede von 10, ja sogar 20 Grad auftreten.

Zahlreiche Untersuchungen und Beobachtungen in Innsbruck und anderen Föhngebieten haben nun eindeutig erwiesen, daß es eine Föhnempfindlichkeit wirklich gibt und es sich nicht nur, wie es von Föhnunempfindlichen vielfach behauptet wird, um eine Massenpsychose handelt. Den Zustand bei Föhnlage kann man eigentlich nicht in allen

seinen Erscheinungsformen als Krankheit im strengsten Sinne bezeichnen, vielmehr steht er an der Grenze zwischen den physiologischen, durch klimatische Ereignisse hervorgerufenen Erscheinungen und einer hierdurch verursachten Krankheit und zeigt alle Uebergänge von noch im Bereiche des Physiologischen liegenden Unlustgefühlen bis zum wirklichen Krankheitsgefühl. Neben diesen eigenartigen den Gesunden treffenden Zuständen treten ähnliche auch bei Kranken unter dem Einfluß des Föhns auf. Alle diese Folgezustände des Föhns werden im allgemeinen als Föhnkrankheit zusammengefaßt. Eigentümlich ist der meist vollständige Mangel an objektiven Symptomen. Petschacher stellt drei Kardinalsymptome auf, die die Föhnkrankheit von dem sonst bekannten Wetterfühlen unterscheiden sollen: Erstens die Tatsache, daß sich die Föhnkrankheit bereits zu einer Zeit bemerkbar macht, in der der Föhn meteorologisch noch gar nicht nachzuweisen ist, was auch als klinischer Föhn oder Vorföhn bezeichnet wird. Zweitens die Föhnimmunität, das ist die Tatsache, daß ein Teil besonders der eingeborenen Bevölkerung in Föhnorten gegen den Föhn gar nicht empfindlich zu sein scheint, ja denselben sogar als angenehm empfindet. Drittens die Sensibilisierung gegen den Föhn, das ist also die Erscheinung, daß Zugewanderte den Föhn im Anfange ihres Aufenthaltes als angenehm empfinden, im Laufe der Jahre jedoch immer mehr unter demselben leiden.

Die eigentlichen Erscheinungen können ganz allgemein als Unlustgefühle bezeichnet werden, die einerseits zu einer gesteigerten Reizbarkeit, andererseits zu einer durch nichts anderes begründeten Depression führen. Hinzu kommt noch ein gewisser Mangel an psychischen Hemmungen. In Innsbruck wurde z. B. an Föhntagen eine Häufung von Selbstmorden, von Erregungszuständen schwerer Art beobachtet. Die Polizei berichtet an solchen Tagen über eine Häufung von kriminellen Handlungen einerseits, von Verkehrsunfällen andererseits. Schulkinder sollen an Föhntagen nicht so aufmerksam sein und mehr zu Lärmen und Zänkereien neigen. Auch die Arbeitsleistung sei an Föhntagen minderwertig. Von diesen Unlustgefühlen zu dem wirklichen Krankheitsgefühl ist nur ein kleiner Schritt. Dasselbe äußert sich in großer Abgeschlagenheit und Mattigkeit, vor allem in bald migräneartigen, bald neuralgiformen Kopfschmerzen. Hinzu kommt das häufige Wiederaufflackern von Schmerzen bei latenten Zuständen, wie Neuralgie, chronischer Arthritis usw., eine Erscheinung, die uns von den anderen klimatischen Einflüssen schon bekannt ist. Diese Fälle leiten über zu jenen, wo bei chronischen Krankheiten deutliche Verschlimmerungen wahrgenommen werden. Z. B. bei Herzkranken, Asthmatikern und anderen. Neurologen geben an, daß apoplektische Insulte, Embolien (wie wir vorher schon gesehen haben) und epileptische Anfälle bei Föhn häufiger seien, als sonst. Die Folge davon ist eine oft festgestellte Häufung von Todesfällen an Föhntagen.

Diese ganzen Symptome, welche sich vielfach schon vor dem meteorologischen Föhn einstellen, verschwinden zum Teil, wenn der Föhn wirklich da ist. Oft bringt auch der auf Föhn folgende Regen augenblicklich Erleichterung. Ebenso ist es im Berner Oberland bekannt,

daß der Aufenthalt in der Nähe von Wasserfällen Linderung der Föhnbeschwerden bringt.

Die Frage nach der Ursache der Föhnwirkung hat unzählige Forscher seit langem beschäftigt. Und immer, vor allem seit man Unterschiede im Ionisationszustand der Föhnluft nachwies, neigte man zu der Annahme, daß luftelektrische Vorgänge verantwortlich zu machen seien. Storm van Leeuwen und Mitarbeiter haben in Innsbruck in ausgedehnten Untersuchungen diese Frage zu klären versucht. Sie ließen föhnempfindliche Menschen, die also über Föhnbeschwerden klagten, in pneumatischen Kammern Luft einatmen, die mit Hilfe eines Ionenabfängers möglichst arm an Ionen gemacht worden war. Sie konnten jedoch keinen lindernden Einfluß dieser Luft nachweisen. Neuerdings sind nun Versuche mit künstlich beregneter Luft gemacht worden und zwar im Anschluß an die längst bekannten Tatsachen, daß nämlich Föhnbeschwerden mit Einsetzen von Regen oder in der Nähe von Wasserfällen verschwinden. Die Ergebnisse zeigten, daß die Einatmung dieser künstlich beregneten Luft Föhnbeschwerden relativ rasch (in ¼ bis ½ Stunde) völlig zum Verschwinden brachte. Es ist nun sehr naheliegend, nach den Untersuchungen von Flach über den wechselnden Ionisationszustand verschieden feuchter Luft hier doch an luftelektrische Vorgänge zu denken. De Rudder glaubt zwar, daß nicht so sehr dem Föhn selbst als vielmehr dem Heranrücken der Zyklonfronten bzw. einem Kaltlufteinbruch die krankheitsauslösende Wirkung zuzuschreiben sei. Trabert, dem wir die grundlegenden Innsbrucker Föhnstudien verdanken, vertrat ebenfalls die Ansicht, daß die biologischen Föhnwirkungen nur mittelbar seien, in Wirklichkeit aber von der nachfolgenden Depression ausgehen: „Es zeigt sich, daß jene Tage physiologisch als schlecht empfunden werden, an denen eine Depression die Situation beherrscht und im Heranrücken begriffen ist. Der Einfluß des Föhnes ist also ein mittelbarer". Kestner vertrat eine chemische Wirkung des Föhns; durch Verfrachtung kleiner Mengen von Stickoxydul aus höheren Luftschichten, wo es unter der stärkeren Wirkung der Sonnenstrahlung entsteht, soll die Wirkung auf den Menschen zustandekommen. Der von Kestner erbrachte Nachweis des Stickoxyduls konnte jedoch durch Luftanalysen anderer Forscher bei föhnigem und föhnfreiem Wetter in keiner Weise bestätigt werden.

Jahreszeitliche Häufung von Krankheiten.

Die Beobachtung, daß manche Krankheiten eine jahreszeitliche Häufung aufweisen, ist so alt, wie die Medizin überhaupt. Bei der Einfachheit ihrer Feststellung ist sie daher auch immer gemacht worden. Es handelt sich dabei um Krankheiten, die mit großer Regelmäßigkeit von Jahr zu Jahr in der einen Jahreszeit häufiger und in der anderen seltener vorkommen und daher auch Saisonkrankheiten genannt werden. Für seltenere Krankheiten mag es erlaubt sein, die Monatsverteilung mehrerer Jahre zusammenzufassen, solange dadurch nicht das Ergebnis eines einzelnen Jahres das Resultat entscheidend beeinflußt. Außerdem muß gefordert werden, um Zufälle auszuschließen, daß der beobachtete Rhythmus für ein ausgedehnteres Gebiet der Erde gilt. Die Höhe des

Erkrankungsgipfels in den einzelnen Jahren kann dabei verschieden hoch sein. Für die Frage nach der jahreszeitlichen Häufung von Krankheitsfällen sind nur die Morbiditätsziffern zu verwenden und nicht etwa die Mortalitätsziffer, die ja über die Häufigkeit einer Krankheit nichts aussagen.

Beobachtungen vieler Jahre haben gezeigt, daß wir es in unseren Breiten vorwiegend mit zwei Gipfeln der Krankheitshäufung zu tun haben, nämlich einem Sommer-Herbst-Gipfel und einem Winter-Frühjahrs-Gipfel, auf welch letzteren die größere Zahl von Erkrankungen fällt. In die Sommer- und Herbstmonate fallen außer Hitzschlag und Sonnenstich die akuten Darmkatarrhe, Dysenterie, Typhus, Paratyphus, der sommerliche Brechdurchfall der Säuglinge und die Poliomyelitis anterior acuta. In die Winter-Frühjahrsmonate fallen vor allem Diphtherie und Scharlach, Cerebrospinal-Meningitis, Grippe und Erkältungskrankheiten der oberen Luftwege, Pneumonien, Miliartuberkulose, manche Hautkrankheiten wie Ekzem und Psoriasis, Erythema exsudativum multiforme, dann Spasmophilie, Tetanie, Serumkrankheit, Basedow, Rachitis, von manchen Untersuchern wird auch die Appendizitis und eine Häufung epileptischer Anfälle angegeben. Asthmaanfälle scheinen vor allem in den Herbst- und frühen Wintermonaten gehäuft aufzutreten. Dies sind diejenigen Krankheiten, deren Saisonbevorzugung seit Jahrzehnten aufgefallen ist. Wir treffen unter ihnen infektiöse und nichtinfektiöse Krankheiten in buntem Wechsel. Mehrere epidemisch vorkommende Krankheiten zeigen übrigens in aufeinanderfolgenden Jahren nicht selten noch einen Wechsel zwischen steileren und flacheren Gipfeln. Das kommt daher, daß sich über die Jahreszeitenwelle noch die echte epidemische Welle lagert. Neben den genannten Krankheiten wurde für zahlreiche weitere ebenfalls eine Abhängigkeit von der Jahreszeit untersucht. Es soll für Apoplexie ein Winter-Frühjahrsgipfel, nicht selten auch noch ein Oktobergipfel vorkommen. Auch für Ulcus ventriculi ist eine Frühjahrshäufung angegeben worden.

Die Genese der jahreszeitlichen Krankheitshäufung.

Die Frage nach der Genese, nach jenem klimatischen Faktor, welcher die wechselnde Krankheitshäufung bedingt, hat von jeher besonders interessiert. Leider ist die Zahl der Krankheiten, für die ein klimatischer Faktor sichergestellt ist, sehr gering. Beim Sommergipfel fallen zwei Erkrankungen auf, deren Abhängigkeit von besonderen Faktoren sicher ist, nämlich der Hitzschlag und der Sonnenstich.

Zum Hitzschlag kommt es dann, wenn ein Mißverhältnis zwischen Wärmeerzeugung und Wärmeabgabe des Körpers entsteht, wenn also die Körpertemperatur infolge Wärmestauung so hoch getrieben wird, daß sie für den Organismus schädigende Ausmaße erreicht. Entscheidend dafür ist also Erschwerung der Wärmeabgabe durch ungünstige Außenfaktoren, also durch hohe Temperaturen mit großem Feuchtigkeitsgehalt der Luft. Daß diese Faktoren wirklich entscheidend sind, sehen wir daran, daß die gleichen Schädigungen auch unabhängig von der Jahreszeit, vor allem bei schwerer körperlicher Arbeit in überhitzten Räumen auftreten können.

Dem Sonnenstich liegt eine andere Schädigung zu Grunde, nämlich eine übermäßige Sonnenbestrahlung des unbekleideten Kopfes und des Nackens, wodurch es zu Hirndrucksymptomen infolge Oedems der Hirnhäute und Hirnschwellung kommen kann. Beim sommerlichen Brechdurchfall der Säuglinge, der heute dank der Säuglingsfürsorge so gut wie verschwunden ist, während er noch vor einigen Jahrzehnten unzählige Kinder wegraffte, handelt es sich um ähnliche Faktoren. Nach neueren Anschauungen sind es nämlich auch Hitzeschädigungen, die vor allem Kinder in überhitzten, schlecht durchlüfteten, und übervölkerten Räumen betreffen, wodurch es zu Wärmestauung und zum Zusammenbruch der Wärmeregulation kommt. Da der Säugling auf die verschiedensten Schädigungen mit Durchfall reagiert, so wird durch die Wasserverarmung des Körpers der Zustand der Wärmeregulation noch verschlimmert und dem empfindlichen Säuglingsorganismus dadurch das Ende bereitet.

Nicht ganz so eindeutig ist die Frage nach der Entstehung des Sommergipfels der infektiösen Darmerkrankungen, namentlich der Typhus- und Paratyphusgruppe. Man denkt hierbei mehr an eine jahreszeitliche Dispositionsschwankung des Organismus. Bis heute ist diese Frage noch nicht entschieden. Gleitsmann hat in einer umfangreichen Bearbeitung des vorliegenden statistischen Materials nachzuweisen versucht, daß für das Auftreten der Ruhr minimaler Grundwasserstand und maximale Bodentemperatur Grundbedingung sei. Die rein kontagionistischen Lehren halten bis heute daran fest, daß die Uebertragung der infektiösen Darmerkrankungen einfach durch die Bedingungen des Sommers, wie z. B. durch die Fliegenplage, eine außerordentliche Steigerung erfährt. Untersuchungen über Durchfallskrankheiten in Mazedonien scheinen dies zu bestätigen, insofern, als die Fliegen dort zur Entwicklung nicht nur einer bestimmten Temperatur, sondern auch einer bestimmten Bodenfeuchtigkeit bedürfen.

Bei der Poliomyelitis anterior acuta sind die Verhältnisse bis heute völlig ungeklärt. Das stark gehäufte Auftreten in den Monaten Juli und August evtl. Oktober ist ebenso eine Tatsache, wie die, daß oft ganze Landstriche plötzlich befallen werden. Man hat auch auf die Möglichkeit einer Uebertragung des Virus durch Insekten hingewiesen, aber die Beobachtung, daß manchmal auch kleine Epidermieherde in der kalten Jahreszeit vorkommen, macht dies sehr unwahrscheinlich.

Von besonderem Interesse scheint noch eine Mitteilung Schimazonos über die Beri-Beri-Avitaminose zu sein, die eine Abhängigkeit der Gipfelbildung von Feuchtigkeitsverhältnissen sehr wahrscheinlich macht. Obwohl also die Beri-Beri-Avitaminose eine reine Avitaminose darstellt, weist sie trotzdem einen steilen Sommergipfel auf, ohne daß veränderte Vitaminzufuhr als Ursache dafür nachgewiesen werden könnte. In manchen Spinnereien Japans gibt es nun zwei Abteilungen, in denen unter verschiedenen Feuchtigkeitsverhältnissen gearbeitet werden muß, nämlich die eigentliche Spinnerei mit einer relativen Luftfeuchtigkeit von 50—70 % und die Weberei, in der die Luft aus technischen Gründen feuchter und zwar auf 70—100 % Feuchtigkeit gehalten wird. Nun hat sich gezeigt, daß von den unter gleichen Bedingungen lebenden

jugendlichen Arbeitern diejenigen am meisten an Beri-Beri erkranken, die in der feuchten Abteilung arbeiten. Diese Beobachtungen sprechen dafür, daß der Vitaminbedarf des Körpers kein konstanter ist, sondern daß er von äußeren Bedingungen und Umweltfaktoren abhängen kann.

Wir haben schon gesehen, daß sich die meisten Krankheiten auf den ausgehenden Winter und den Frühling zusammendrängen. Eine derart auffällige Erscheinung stand von jeher im Mittelpunkt des Problems der Saisonkrankheiten und es liegt nahe, an die Wirkung eines charakteristischen Faktors zu denken. De Rudder fand bei seinen Untersuchungen, daß nahezu sämtliche Krankheiten mit Winter-Frühjahrsgipfel gleichzeitig meteorotrop oder es doch höchstwahrscheinlich sind. Er folgert daraus: „Sollte es sich meteorologisch erweisen lassen, daß die Zahl oder Wirkungsstärke der über unser Gebiet hinwegziehenden Unstetigkeitsschichten ebenfalls einen Winter-Frühjahrsgipfel aufweist, so wäre es denkbar, daß es durch Summation der Reize endlich zur Krankheitsauslösung käme, diese Auslösung dann aber in den Jahreszeiten mit den zahlreichsten atmosphärischen Störungen am häufigsten auch erfolgen würde, Wetterkrankheiten damit also zwangsläufig auch zu Saisonkrankheiten würden. Und damit wäre dann für den Winter-Frühjahrsgipfel ein Saisonfaktor von sicherlich sehr allgemeiner Bedeutung gegeben". Der Winter-Frühjahrsgipfel bringt die bekannte Erscheinung mit sich, daß nicht nur die Gesamtmorbidität, sondern auch die Gesamtmortalität in allen Ländern unserer nördlichen gemäßigten Zone, wie die Statistiken zeigen, einen deutlichen Anstieg aufweist.

Echte und scheinbare Jahreszeitenkrankheiten.

Für viele Krankheiten mit Winter-Frühjahrsgipfel muß im einzelnen geprüft werden, ob es sich tatsächlich um eine echte Saisonkrankheit, d. h. mit unmittelbarer Einwirkung klimatischer Faktoren auf den Menschen, oder ob es sich um eine mittelbare Einwirkung etwa auf Krankheitserreger, besondere Lebensumstände (z. B. geänderte Ernährungsweise) usw. handelt. Das hat sich für manche Krankheiten, die eine echte Gipfelbildung vortäuschen, erweisen lassen. Bei diesen handelt es sich also um scheinbare oder mittelbare Saisonkrankheiten, wie z. B. bei den Cholera-Epidemien anläßlich von Mekkapilgerzügen oder bei dem Gipfel von Fleckfieberepidemien im ausgehenden Winter, die ihre Ursache lediglich in der zu dieser Jahreszeit ihr Maximum erreichenden Verlausung des Menschen haben sollen. Für die in den letzten Jahren in Rußland und anderswo auftretenden Frühjahrsepidemien von Tularämie ließ sich zeigen, daß diese dadurch zustande kamen, daß z. Zt. der Frühjahrsüberschwemmungen ein größerer Kontakt mit den als Pelztieren gejagten Wasserratten, die die Krankheit übertragen, erfolgte (Habs).

Auch für unsere Gegend lassen sich einige Krankheiten mit Winter-Frühjahrs-Gipfel als scheinbar jahreszeitlich bedingt ausschließen. Dies sind die obligat-kontagiösen Erkrankungen, wie Masern, Keuchhusten, Varizellen und Pocken, die fast immer zu Erkrankungen führen, sofern der Infizierte die Krankheit nicht früher schon durchgemacht hat. Das gehäufte Auftreten dieser Krankheiten im Winter läßt sich dadurch

erklären, daß die Uebertragung durch den längeren Aufenthalt und den größeren Kontakt von Menschen in geschlossenen Räumen, begünstigt wird. Daß die Masernsterblichkeit im Winter und Frühjahr eine Häufung erfährt, hängt damit zusammen, daß der Tod selten durch die Masern selbst, sondern fast immer durch pneumonische Komplikationen, die eine echte Frühjahrshäufung aufweisen, herbeigeführt wird. Das gleiche läßt sich für den Keuchhusten, die Varizellen, und die Pocken, die jedoch bei uns keinerlei Bedeutung mehr haben, nachweisen.

Von den echten Winter-Frühjahrskrankheiten kann die Rachitis als im wesentlichen geklärt gelten, da wir durch die Forschungen der letzten Jahre wissen, daß sie nur dann auftritt, wenn das Sonnenlicht arm an ultravioletten und zwar der sogenannten Dornostrahlen ist. Diese Dornostrahlung ist nämlich der antirachitisch wirksame Faktor, der in der Haut und in Nahrungsmitteln das Vitamin D aus Ergosterin aktiviert. Schon lange weiß man, daß die Sonnenbestrahlung wesentlichen Anteil an dem Nichterkrankten an Rachitis hat, denn man hat gefunden, daß die Rachitis nur zwischen dem 40. und 60. Breitengrad auftritt und im Hochgebirge ebenfalls unbekannt ist. Des weiteren wurde beobachtet, daß die Krankheit in Städten und hier namentlich in rauchigen Industriestädten, besonders häufig auftritt. War also der Mangel an Sonnenlicht für das Auftreten der Rachitis wahrscheinlich gemacht, so wurde der Beweis erbracht durch Einführung der künstlichen Höhensonnenbestrahlungen in die Therapie durch Huldschinsky. Durch systematische Untersuchungen gelang es dann, die wirksame Strahlung auf die Wellenlängen von 297 bis 313 μμ einzuengen. In unseren Breiten wird die antirachitisch wirksame Strahlung sehr stark absorbiert, so daß im Winter so gut wie gar keine ultravioletten Strahlen bis in die untersten Schichten der Atmosphäre dringen. Anfänglich war es auffallend; daß in den Polargebieten die Rachitis ebenfalls unbekannt ist, bis man nachweisen konnte, daß durch die geringere Höhe der Atmosphäre an den Polen die von den Sonnenstrahlen zu durchlaufende Schicht geringer ist und außerdem die Polarluft durch ihren anderen physikalischen Charakter durchlässiger für die kurzwellige Strahlung ist, als die in unseren Gegenden häufig vorkommende Tropikluft, die eine stärkere Absorption bedingt.

Der Angriffspunkt der Saisonfaktoren im Organismus.

Wenn wir uns nun der Frage zuwenden, wo denn nun eigentlich die im übrigen noch zu ermittelnden Saisonfaktoren im Körper angreifen, so müssen wir zuerst einmal fragen, welche Jahreszeitenschwankungen denn am gesunden Organismus zu beobachten sind und ob aus evtl. vorhandenen Tatsachen Schlüsse auf krankhafte Vorgänge gezogen werden dürfen.

Bekannt ist die kindliche Wachstumsbeschleunigung im Frühjahr, wobei kalte Frühjahre eine erhebliche Verzögerung dieser Beschleunigung bewirken (Malling, Hansen, Schmid-Monnard und andere). Jahreszeitliche Schwankungen des Phosphorgehaltes im Serum sind von Heß und Landagen Graßheim und Lukas, solche des Blutjodgehaltes von

Veil, Sturm u. a. festgestellt worden. Ebenso sind Schwankungen des Komplement- und Kalziumgehaltes, sowie ein Minimum des Haemoglobingehaltes im Winter nachgewiesen worden. Hopmann fand eine gesteigerte motorische und galvanische Erregbarkeit des peripheren Nervensystems im Frühjahr, wohl im Zusammenhang mit dem Absinken des Kalkspiegels. Eine gesteigerte Tuberkulinempfindlichkeit haben Hamburger u. a. nachgewiesen. Die Muskelkraft, sowie die Erregbarkeit der Hautvasomotoren, gemessen am Dermographismus (Kirsch) nimmt im Frühjahr zu. Einen Jahreszeitenrhythmus des Hautkapillarbildes hat bereits Hagen festgestellt. Auf die geänderte Blutreaktion im Frühjahr wurde früher schon hingewiesen.

Aus diesen Einzeltatsachen wird man kaum Schlüsse ziehen können auf das Zustandekommen einer Wirkung in einer bestimmten Richtung, wohl aber darf man sagen, daß das Frühjahr eine Umstimmung des gesamten Organismus, wahrscheinlich ausgehend vom vegetativen Nervensystem und innersekretorischen Vorgängen, bewirkt. Unter den Krankheiten mit echtem Winter-Frühjahrsgipfel finden sich viele, von denen wir eine entscheidende Beteiligung des vegetativen Nervensystems zumindest als wahrscheinlich annehmen dürfen. Auf hormonale Vorgänge weist auch die Häufung der Konzeptionen, vor allem der außerehelichen, in den Frühjahrsmonaten hin. Die bekannten Parallelen auf psychischem Gebiet, wie Häufung der Selbstmorde, Anstieg der Zahl der Sexualverbrechen, Zunahme der Zugänge in Irrenanstalten usw. (Hellpach) weisen auf ähnliche Vorgänge hin. Moro, der sich als einer der ersten mit der Klarstellung der Frühjahrsgipfel eingehend beschäftigt hat, spricht direkt von einer Uebererregbarkeit des vegetativen Nervensystems im Frühjahr. Moro hat auch darauf hingewiesen, daß dieser biologische Frühling bereits in der Zeit des Kalenderwinters einsetzt, daß er nämlich zeitlich zusammenfällt mit dem ebenfalls schon in den Kalenderwinter fallenden Umschwung in der übrigen belebten Natur, mit dem Ausklingen des Winterschlafs, dem Neuerwachen der Pflanzenwelt, die dann mit Einsetzen des Kalenderfrühlings im März zu der so raschen Entfaltung gelangt. Hier kann es sich wohl nur um eine biologische Erscheinung von allgemeinster Gültigkeit handeln. Das Auftreten mancher Krankheiten, z. B. der idiopathischen Hemeralopie, der Xerophthalmie und der Keratomalazie hat man mit Vitamin-A-Mangel, der durch die Wachstumsbeschleunigung im Frühjahr bedingt sein soll, in Beziehung gebracht. Mit jahreszeitlichen Schwankungen des Gehaltes unserer Nahrung an Vitamin A hat Abels die von ihm festgestellte Schwankung des mittleren Geburtsgewichtes von Neugeborenen, welches in den Winter-Frühjahrsmonaten anscheinend sehr gesetzmäßig eine deutliche Senkung aufweist, in Zusammenhang gebracht. R. L. Mayer und Sulzberger konnten an Sensibilisierungsversuchen am Meerschweinchen gegen Salvarsan und Paraphenylendiamin zeigen, daß diese Sensibilisierung bei der azidotischen vitaminarmen Winterkost leichter gelingt, als bei der mehr alkalotischen und vitaminreichen Sommerkost. Daß indes hier nicht einfacher Vitaminmangel maßgebend ist, konnte dadurch gezeigt werden, daß der Sensibilisierungseffekt durch Zugabe von Vitaminen zur Winterkost

nicht geändert wurde. Diese zweifellos bestehenden Ernährungseinflüsse können jedoch unmöglich allgemein für den Winter-Frühjahrsgipfel so vieler Krankheiten als Erklärung herangezogen werden.

Nach dem Gesagten werden wir nicht fehl gehen, wenn wir den Angriffspunkt des noch unbekannten Saisonfaktors vorwiegend im vegetativen Nervensystem suchen, dessen nachweislich gesteigerte Erregbarkeit im Frühjahr eine erhöhte Ansprechfähigkeit des Körpers auf krankmachende Einflüsse bedingen muß. Sogenannte vegetativ Stigmatisierte werden diesen Einflüssen noch leichter unterliegen. Auch mag es verständlich erscheinen, daß gerade Kinder im Frühjahr häufiger erkranken, da bei diesen das Zusammenspiel der innersekretorischen Organe noch nicht so ausgeglichen ist und leichter aus dem Gleichgewicht gebracht werden kann. Die Spasmophilie stellt nun eine Stoffwechselstörung dar, bei der Einflüsse des vegetativen Nervensystems sowohl wie Einflüsse innersekretorischer Organe sicherlich eine Rolle spielen. Sie war auch die Krankheit, von der die Untersuchungen Moros über den Frühjahrsgipfel von Krankheiten überhaupt ausgingen. Die zur Tetanie führende Stoffwechselstörung steht nun nach den Untersuchungen der letzten Jahre in engster Beziehung zur Rachitis, welche die gleiche Saisonverteilung aufweist. Dasselbe gilt für die Hungerosteopathie und die Osteomalacie der Erwachsenen, bei denen es auch zu tetanischen Zuständen kommen kann, die die gleichen Saisonschwankungen besitzen, wie von Frankl-Hochwart gezeigt haben.

Faktoren, die als Ursache für eine jahreszeitliche Häufung in Betracht kommen.

Ungeklärt ist jedoch noch der spezielle klimatische Faktor, auf den die genannte Saisonschwankung zu beziehen ist. Es ist möglich, daß Schwankungen in der Dornostrahlung von Einfluß sind. Nun sind vielfach Versuche zur Ermittlung von Saisonfaktoren für diese und jene Krankheit unternommen worden, die jedoch meistens an der Methodik scheiterten. Eine ganze Reihe meteorologischer Elemente zeigt vor allem in ihren Monatsmitteln ausgesprochenen Jahreszeitenrhythmus, wie z. B. die Temperatur, Sonnenscheindauer, Windstärke usw. Es war sehr verlockend, irgend einen dieser Faktoren herauszugreifen und für die Wirkung verantwortlich zu machen, da die Gegenüberstellung der Kurven sehr überzeugend wirkt. Schließlich beweist aber ein übereinstimmender Verlauf der Monatsmittel eines meteorologischen Elementes nicht das geringste für oder gegen die Wirksamkeit des betreffenden Elementes, da es nur eine völlig selbstverständliche Umschreibung eben dieser jahreszeitlichen Abhängigkeit dieser Krankheit darstellt. Da die Aenderungen eines meteorologischen Elementes niemals allein, aus sich heraus erfolgen, sondern wieder durch weitere Vorgänge bedingt sind, so ergibt sich die Schwierigkeit, von mehreren Vorgängen, deren paralleler Verlauf festgestellt wird, zu bestimmen, ob diese Vorgänge einer höheren gemeinsamen Ursache subordiniert und also unter sich koordiniert sind, also in Kausalnexus stehen (de Rudder).

Amerikanische Autoren hatten versucht, mittels der sogenannten Korrelationsrechnung Beziehungen zwischen Einzelfaktoren und Krank-

neitshäufung zu ermitteln. Auch diese Methode bewies jedoch nichts anderes, als eben das Vorhandensein von Jahreszeitenhäufung. Es besteht nun noch die Möglichkeit festzustellen, ob die in den einzelnen Jahren schwankende Amplitude der Krankheitswelle im großen und ganzen kongruent verläuft mit den in den einzelnen Jahren schwankenden Amplituden eines meteorologischen Elementes. Krankheiten, die man als Kälteschäden anspricht, müßten in kalten Wintern also häufiger, in wärmeren Wintern dagegen seltener sein. Eine derartige Beziehung konnte bei keiner Saisonkrankheit mit Winter-Frühjahrsgipfel ermittelt werden. Es sei denn, daß es sich um Krankheiten handle, die durch andere Wirtsorganismen auf den Menschen übertragen werden. Bei diesen handelt es sich dann nicht mehr um echte, sondern um mittelbare, scheinbare Saisonkrankheiten.

Für die Entstehung des Winter-Frühjahrsgipfels bei den Atmungskrankheiten und den grippalen Infektionen sind die verschiedensten Elemente angeschuldigt worden. Die einen denken an die verminderte Strahlungsintensität, die andern an Dispositionsschwankungen infolge der verminderten Sonneneinstrahlung, wieder andere an Bakterienanhäufung in den Wohnungen. Die meisten betrachten jedoch den Wintergipfel der Atmungskrankheiten zusammen mit dem der Infektionskrankheiten wie Scharlach und Diphtherie als Kältefolge, wobei man weniger an eine direkte Kältewirkung auf die erkrankenden Schleimhäute oder Organe denkt, als vielmehr an eine Art Kältefernwirkung im Körper und zwar auf dem Umweg über das vegetative Nervensystem. Ob es sich jedoch wirklich nur um ein einziges Element handelt, ist noch völlig ungeklärt, zumal wir noch nicht einmal genau wissen, was Erkältung eigentlich ist. Rimpau hat das bisherige Untersuchungsergebnis zu der Frage dahin zusammengefaßt, daß er sagt: „Diese und zahlreiche andere Untersucher haben die Grundlage zu unserer Erkenntnis, wie der Körper auf Kälteschäden antwortet, gegeben. Sie haben aber nicht die Frage, wie es nun zur Erkältungskrankheit kommt, beantworten können. Trotz größter Mißhandlung des Körpers mit Kältereizen ist die ersehnte Erkältungskrankheit bei diesen Versuchen ausgeblieben."

Aehnlich verhält es sich mit unserem Wissen über den Frühjahrsgipfel der Meningitis tuberculosa, der Miliartuberkulose und dem Erythema nodosum. Es konnte nachgewiesen werden, daß die Tuberkulinempfindlichkeit im Frühjahr gesteigert ist. Für das Zustandekommen der Aktivierung dieser tuberkulösen Prozesse dachte man zunächst auch wieder an Folgen akuter Erkältungskatarrhe der Atemwege. Daß es aber unter dieser indirekten Wirkung zu einer Häufung von Erythema nodosum und einer Steigerung der Tuberkulinempfindlichkeit kommt, ist wenig wahrscheinlich. Manche Forscher denken an die Möglichkeit einer Mitwirkung von Strahlungsschäden infolge der im Frühjahr wachsenden Einstrahlungsintensität der Sonne, was durch die Beobachtung, daß übertriebene Sonnenbäder oder überdosierte Höhensonnenbestrahlungen eine latente Tuberkulose aktivieren können, eine gewisse Stütze gewinnt.

Bei den Infektionskrankheiten hat die Wirkung von an Jahreszeiten gebundenen Faktoren gerade in epidemiologischer Hinsicht von jeher

interessiert. Stallybraß spricht als Epidemiologe von „primären“ und „sekundären“ Bedingungen, durch welche die Saisonschwankung einer Infektionskrankheit zustande kommt. Die primären Faktoren sind: die Gegenwart von Erregern entsprechender Infektiosität und Virulenz, die Uebertragungsmöglichkeiten und das Vorhandensein empfänglicher Individuen. Auf jeden dieser primären Faktoren können dann „sekundäre“ an Jahreszeiten gebundene Faktoren einwirken und ihn verändern. Aus dem Zusammenwirken all dieser primären und sekundären Faktoren ergibt sich die Häufigkeit einer Infektionskrankheit zu einer bestimmten Zeit. Für die hier besonders interessierenden Infektionskrankheiten wie Diphtherie, Scharlach und Meningitis wissen wir, daß Gelegenheit zu Infektion vielerorts vorhanden ist, daß aber auch der Zustand des Körpers, seine Immunitätslage, sehr wesentlich maßgebend ist für ein Erkranken oder Nichterkranken. Gerade bei diesen Krankheiten kennen wir ein unter der Schwelle des Krankseins verlaufendes Abreagieren des Körpers mit der Infektion, auch „Stille Feiung“ genannt. Für eine rhythmisch im Jahreslauf sich ändernde Uebertragungsmöglichkeit liegen keine Beobachtungen vor, außer etwa ein engerer Kontakt der Menschen in Räumen während der Wintermonate. Andererseits wissen wir, daß die Einschulungszeit kein Anlaß für das gehäufte Auftreten dieser Infektionskrankheiten (mit Ausnahme der obligatkontagiösen natürlich) ist. Eine jahreszeitliche Schwankung der Zahl der Diphtheriebazillenträger konnte auch nicht mit Sicherheit nachgewiesen werden.

Es bleibt also nur noch die Frage der Virulenzschwankung der Erreger oder die Schwankung der Disposition der Menschen, deren Aenderung dann nur über das vegetative Nervensystem denkbar ist. Für erstere haben sich keine Anhaltspunkte ergeben. Für eine Dispositionsschwankung dagegen sprechen mehrere Erscheinungen, unter anderen die geänderte Tuberkulinempfindlichkeit im Frühjahr und Beobachtungen über die Malaria. Kißkalt war es nämlich in Kriegsgefangenenlagern malariafreier Gegenden aufgefallen, daß Gefangene aus Malariagebieten im Frühjahr typische Anfälle bekamen, wogegen Gefangene aus malariafreien Gegenden nicht erkrankten. Die Malaria tertiana zeigt, wie vor allem Martini studiert hat, einen gesetzmäßigen Frühjahrsgipfel, „ehe in ihrem kühleren Verbreitungsgebiet die für die Uebertragung notwendigen Temperaturverhältnisse gegeben sind. Sie kulminiert etwa um dieselbe Zeit in Dänemark, in Schweden und in Italien. Sie bricht im Mai und Juni gelegentlich bei Gruppen aus, die um diese Zeit gar nicht im Malariagebiet sind, wohl aber im Herbst vorher dort waren“ (Martini). Wir begegnen hier also dem interessanten Fall, daß „die Anwesenheit eines potentiell pathogenen Parasiten im Körper noch nicht gleichbedeutend mit Krankheit ist“; die Krankheit erfolgt erst, nachdem ein weiteres, eine „Provokation“ durch das Frühjahr zur bestehenden Infektion noch hinzukommt. Martini spricht von diesen Krankheitshäufungen als von „Provokationsepidemien“. Manche Untersucher berichten auch, daß die Zahl der Scharlachheimkehrfälle einen Höhepunkt im Februar-März oder Mai aufweist. Ebenso soll ein Schnupfen in einer Familie sich im Winter häufiger auf sämtliche Familienmitglieder übertragen, als im Sommer

Alles dies spricht also dafür, daß die Disposition des Körpers, welche eine Voraussetzung für das Angehen einer Infektion ist, im Frühjahr geändert ist. Ueber den Saisonfaktor, der die wechselnde Disposition des Menschen veranlaßt, wissen wir jedoch nichts sicheres. Gottschlich und Gundel glauben an eine mittelbare Dispositionssteigerung für Diphtherie durch die eine gleiche Saisonschwankung besitzenden Erkältungskrankheiten der oberen Luftwege. Sie belegen diese Auffassung damit, daß nach der Marinestatistik an Bord die Erkältungskrankheiten und ebenfalls die Diphtherie nur etwa halb so häufig vorkommen, wie an Land. Wie Gleitsmann nachgewiesen hat, soll es sich dabei jedoch nur um einen Spezialfall einer viel allgemeineren Erscheinung handeln, nämlich die, daß nahezu sämtliche Infektionskrankheiten, also auch solche, welche mit irgendwelchen Schleimhautdispositionen nichts zu tun haben, mit dem Auslaufen des Schiffes aus dem Hafen und während des Aufenthaltes auf hoher See seltener werden, ja Epidemien erlöschen; solches soll für Cholera, Scharlach, Typhus, Ruhr, Genickstarre, Fleckfieber und Pocken gelten. Hier scheint also eine gemeinsame übergeordnete Ursache vorzuliegen. Außerdem zeigen Jahre mit Diphtheriehäufungen keineswegs regelmäßig auch eine Häufung von Erkältungskrankheiten, wie Gundel selbst zugibt, und wie es nach obiger Annahme doch zu erwarten wäre. Die sehr deutlichen Saisonschwankungen des Scharlachs sind vorerst völlig ungeklärt. Daß auch hier jahreszeitliche Dispositionsschwankungen eine Rolle spielen, ist jedoch anzunehmen.

Es bestehen also nun folgende Möglichkeiten für das Zustandekommen von jahreszeitlichen Schwankungen der Krankheitshäufigkeit: Nicht infektiöse Krankheiten können durch direkte klimatische Einflüsse auf die Lebensvorgänge im Organismus oder durch jahreszeitlich verschiedene Ernährungsweise Schwankungen erfahren.

Bei den Infektionskrankheiten kann die Schwankung zustande kommen durch Einwirkung klimatischer Einflüsse auf die Umwelt, die ihrerseits wieder wechselndes Vorkommen der Erreger oder wechselnde Uebertragungsmöglichkeiten bedingen können oder durch Einwirkung auf den menschlichen Organismus, wobei diese klimatischen Einflüsse eine Aenderung der Disposition bewirken. Die Tatsache, daß sich in südlichen Erdteilen eine Umkehr der Jahreszeitenhäufung und in der äquatorialen Zone zwischen den Wendekreisen kein sicherer Rhythmus in der jahreszeitlichen Verteilung der Krankheiten feststellen läßt, in manchen Gegenden jedoch eine Abweichung von dieser Regel vorkommt, bietet nach de Rudder eine Möglichkeit, unsere noch unsicheren Kenntnisse auf dem Gebiet der Saisonkrankheiten, besonders mit Hilfe der Tropenmedizin, zu vertiefen.

Klimatische Einflüsse auf den Organismus.

Bei der Betrachtung der Wirkungen von Wetter und Jahreszeit hatten wir es mit der Wirkung atmosphärischer Vorgänge, mit einem ständig wechselnden Zusammenspiel verschiedenster Faktoren zu tun. Bei den Klimawirkungen handelt es sich dagegen um atmosphärische Zustände, um die Wirkung ganz spezieller Faktoren auf den Organis-

mus. Nach Loewy stellt das Klima, physiologisch betrachtet, die Summe aller für einen Ort typischen atmosphärischen und terrestrischen Zustände dar, durch die das Befinden unmittelbar beeinflußt wird. Das Wort typisch soll hier bedeuten, daß es sich um das durchschnittliche mittlere Verhalten unserer Umwelt handelt und soll die Wirkungen der jeweiligen besonderen Wetterlagen ausschließen. Der physiologische Klimabegriff bezieht sich also nicht nur auf die Atmosphäre, sondern auch auf den Boden, die Bodenoberfläche. Beide, Boden und Atmosphäre, beeinflussen sich gegenseitig, wofür nur die terrestrische Wärmestrahlung als Beispiel angeführt sei.

Die atmosphärischen Klimafaktoren wirken fast ausschließlich auf unsere Haut und zwar im wesentlichen auf deren Sinnesorgane, nämlich Kältepunkte, Wärmepunkte und bei starken Luftbewegungen auch auf die Druckpunkte. Die terrestrischen Verhältnisse wirken nur indirekt auf uns, indem sie die atmosphärischen Faktoren beeinflussen. Seelische Einflüsse, über unsere Sinnesorgane durch Bodengestaltung und -bewachsung, sind ebenfalls von nicht zu unterschätzender Bedeutung.

Die Einteilung der Klimate nach medizinischen Gesichtspunkten geschieht im allgemeinen in indifferente oder unspezifische Klimate, das sind solche, die mehr oder weniger schnell zu einer Gewöhnung führen, sodaß die Klimawirkung damit erlischt, und in differente oder spezifische Klimate, in denen auch unspezifische Reizfaktoren vorhanden sind, die aber als wesentlichen Bestandteil spezifische Reize aufweisen, die zu Dauerwirkungen führen, die also nicht verschwinden. Bei den unspezifischen Klimaten, wie dem Binnenklima der Niederungen, dem Klima mäßiger Höhen, dem Strand- oder Seeklima an geschützten Gestaden stellt im wesentlichen der Klimawechsel das wirksame Moment dar. Bei den spezifischen Klimaten wie dem Wüsten-, Höhen- und Tropenklima sind es ganz spezielle Faktoren, wie wir später noch sehen werden, die eine Wirkung auf die Lebensvorgänge ausüben.

Das Seeklima unserer nördlichen Meere.

Eine Mittelstellung zwischen indifferenten und differenten Klimaten nimmt das Seeklima unserer nördlichen Meere, wie der Nord- und Ostsee ein, während die südlichen Meere, z. B. das Mittelmeer, sich in ihrer Klimawirkung mehr dem Tropenklima nähern. Die physiologisch wirksamen Faktoren des nördlichen Seeklimas sind vor allem die niederen Lufttemperaturen und die starken Luftbewegungen, vielleicht noch gewisse Strahlungsverhältnisse im Sinne einer vermehrten Ultravioletttstrahlung. Die physiologischen Wirkungen des Seeklimas, d. h. die erregenden, funktionssteigernden, auf den Menschen halten nur solange an, als man sich dem Seeklima intensiv, also am Strande, aussetzt, und können bei hohen Temperaturen und Landwinden, auch schon in geringer Entfernung vom Strande, vollkommen verschwinden.

Die Untersuchungen über die Seeklimawirkungen, schon seit vielen Jahren meistens an erholungsbedürftigen Großstadtkindern ausgeführt, bezogen sich besonders auf das Verhalten des Blutes, auf rote Blutkörperchen und Blutfarbstoff, aber auch auf den Gaswechsel, die At-

mung, die Reaktionsfähigkeit der Haut usw. Bezüglich des Verhaltens des Blutes wurde eine Zunahme der Zahl der roten Blutkörperchen sowie des Hämoglobingehaltes gefunden. Die Zunahme stieg jedoch bestenfalls bis zur Norm, niemals über die Norm im Gegensatz zu den spezifischen Klimaten. Der Blutdruck wies eine Tendenz zum Sinken auf, wogegen die Blutmenge keine deutlichen Veränderungen wahrnehmen ließ. Die Atmungsfunktionen wurden in dem Sinne verändert, daß die maximale Ein- und Ausatmung in größerem Umfange vor sich gingen, damit also die Thoraxexkursion sich vergrößerte. Es zeigte sich ebenfalls eine manchmal erhebliche Stoffwechselsteigerung. Nun kompliziert sich die Frage nach den Klimaeinflüssen dadurch, daß sämtliche Untersuchungen an Kindern, an wachsenden Organismen also, vorgenommen wurden. Von manchen Autoren wird daher angenommen, daß das Seeklima vorwiegend indirekt auf Atmung, Blut und Konstitution einwirkt durch Steigerung des psychomotorischen Antriebs (Berliner). Die wesentlichste Wirkung ist wahrscheinlich die auf die Haut, da alle Faktoren wie niedere Lufttemperaturen, Wind und Strahlung wirksame Hautreize darstellen.

Man fand nun, daß Aufenthalt im Seeklima die Reaktionsfähigkeit der Haut wesentlich zu bessern vermag, sodaß die Zeit bis zum Eintritt der Reaktion der Hautvasomotoren mehr oder weniger verkürzt wird. Die schnellere Reaktion der Hautvasomotoren ist bedeutsam, da sie einer schnellen Abkühlung des Körpers entgegenwirkt. Alle diese Hautreize können aber sekundär auch die Vorgänge im Körperinnern beeinflussen.: Die Atmung, den Kreislauf, den Stoffwechsel; letzteren wahrscheinlich durch reflektorische Anregung der Muskeltätigkeit, obwohl einige Forscher wie z. B. Kestner, betonen, daß Stoffwechselsteigerungen auf Klimareize auch ohne nachweisbare oder bemerkbare Muskelkontraktion zustandekommen sollen. Für den Wiederanstieg der Zahl der Blutkörperchen und des Haemoglobingehaltes dürfte der stärkere Ultraviolettgehalt der Sonnenstrahlung im Seeklima verantwortlich zu machen sein. Sicher läßt sich das jedoch nach den heutigen Erfahrungen noch nicht behaupten.

Das Wüstenklima.

Die Wirkungen des Wüstenklimas sind nur wenig und meist nur einseitig untersucht worden, vorwiegend in Aegypten. Die Untersuchungen bezogen sich auf Stoffwechselvorgänge, den Chlor- und Stickstoffgehalt des Blutes, die Menge an Blutzellen und Blutfarbstoff, den Blutdruck und schließlich als wesentlichstes auf den Wasserwechsel des Organismus. Es fand sich meistens eine Senkung des systolischen Blutdrucks und zwar nicht nur bei Gesunden, sondern auch bei Nephritikern und Arteriosklerotikern. Ebenso fand man schon in der ersten Woche nach der Ankunft starkes Ansteigen der Blutzellenzahl und auch des Hämoglobingehaltes. Bei ägyptischen Arabern betrug die Blutzellenzahl im Mittel 5.35 Millionen, bei 27 % von ihnen aber 6—6,7 Millionen im Kubikmillimeter. Auffallend aber ist, daß der Hämoglobingehalt nicht im gleichen Maße gesteigert war, wie die Blutzellenzahl. Man denkt bei der Zunahme der Blutzellenzahl und des

Hämoglobins an eine Wirkung der intensiveren Strahlung. Allerdings kommt es wegen der hohen Lufttemperatur auch zu einer Erweiterung der Kapillaren, die evtl. zu einer Vermehrung der Erythrozyten in ihnen führen könnte. Auch die Blutdrucksenkung könnte mit einer Erweiterung der Hautkapillaren ihre Erklärung finden. Auch zeigte sich eine große Labilität des Blutdrucks und der Pulsfrequenz, die mit einer weiteren sehr labilen Größe, nämlich der Körpertempertaur, in Verbindung gebracht wird.

Die Wärmeregulation im Wüstenklima ist natürlich durch Wärmeabgabe mittels Leitung und Strahlung sehr erschwert, dafür ist aber die durch Verdunstung erfolgende Wärmeabgabe von der Haut sehr erheblich gesteigert, wie umfangreiche Messungen gezeigt haben. Es kommt zu einem Ueberwiegen der insensiblen Wasserabgabe, der Wasserabgabe also ohne Schweißbildung, was sich in keinem andern Klima in gleicher Weise findet. Die Ursache dafür ist die starke Trockenheit der Luft in Verbindung mit den hohen Lufttemperaturen. Die gesamte insensible Wasserabgabe kann sich bis zum 2½fachen der in gemäßigtem Klima steigern und dabei steigt die Wasserabgabe seitens der Haut um sehr viel mehr als die seitens der Atmung, die gleichfalls steigen muß. Ein Beweis für die starke insensible Wasserabgabe, also die Wasserabgabe ohne gesteigerte sekretorische Tätigkeit der Schweißdrüsen, ist die Retention von Kochsalz und Stickstoff; wir sehen also, daß die Niere in ihrer Ausscheidungsarbeit für die stickstoffhaltigen Endprodukte nicht entlastet wird, und dies nur durch sehr reichliche Wasserzufuhr gewährleistet wird. Für Nephritiker bedeutet das eine gewisse Gefahr. Günstig beeinflußt können also nur ödematöse Wasseransammlungen werden. Schließlich wurde im Wüstenklima noch eine deutliche Herabsetzung des Erhaltungsumsatzes gefunden, was allerdings nicht sicher gedeutet werden kann und Untersuchungen darüber an Eingeborenen nicht vorliegen.

Das Tropenklima.

Wenn im Wüstenklima Wärme und Trockenheit die spezifischen Wirkungen auslösen, so sind es im Tropenklima Wärme und Feuchtigkeit. Auch im Tropenklima wird also in erster Linie der Wärmehaushalt des Körpers beeinflußt, nur daß hier die Wärmeabgabe durch insensible Wasserverdunstung gegenüber der ungeheuren Schweißproduktion stark zurücktritt. Die Wärmeabgabe durch Leitung und Strahlung von der Haut und auch die Verdunstung von der Lungenoberfläche spielen erwartungsgemäß eine sehr geringe Rolle. Wir sehen also schon, daß die Wärmeabgabe im wesentlichen auf physikalischem Wege, nämlich durch die starke Schweißproduktion, gewährleistet wird, wobei zu bedenken ist, daß ja nur ein Teil des Schweißes wirklich verdunstet. Aeltere Untersuchungen wollen eine Verminderung des Grundumsatzes gefunden haben, was einer Einschränkung der Wärmeerzeugung, also einer chemischen Wärmeregulierung, gleich käme. Nach neueren Untersuchungen wird dies jedoch abgelehnt. Die bessere Wärmeregulation der Eingeborenen soll einerseits durch physiologische Verhältnisse, andererseits durch Unterschiede in der anatomischen Beschaffenheit der

Haut bedingt sein. Was erstere betrifft, so ist von Bedeutung, daß die Wärmereize, die die Schweißdrüsen treffen, für den Europäer ungewohnt sind und deshalb wirksamer als bei den Tropenbewohnern, die ihrer gewohnt sind und bei denen die Reaktion weniger stark ist. Dazu kommt, daß die tropischen Eingeborenen vorwiegend mager sind, und ihre Wärme deshalb gut abgeben können. Im allgemeinen weisen sie noch eine geringere Körpergröße auf, was auch wieder der Wärmeabgabe zugute kommt, da die Körperoberfläche im Verhältnis zur Körpermasse besonders groß ist. Hierzu kommen nun die anatomischen Besonderheiten der Haut, insbesondere der Pigmentgehalt, der eine doppelte Bedeutung hat. Einerseits absorbiert pigmentierte Haut mehr von den hellen leuchtenden und Wärmestrahlen, die Haut erwärmt sich also stärker, andererseits läßt aber pigmentierte Haut viel weniger Wärmestrahlen hindurchtreten, nach Schmidt etwa halb soviel, wie helle Haut, schützt also das Körperinnere vor Erwärmung. Sodann wirkt das Hautpigment noch in anderer Weise einer Ueberwärmung des Körpers entgegen. Die stärkere Hauterwärmung regt nämlich früher die Schweißproduktion an, führt also früher zu Verdunstung und Abkühlung, als dies bei unpigmentierter weniger warmer Haut geschieht.

Die Wärmeregulierungsverhältnisse liegen also im Tropenklima ziemlich kompliziert und können durchaus noch nicht als geklärt betrachtet werden. Die übrigen Wirkungen des Tropenklimas sind nicht bedeutend und deutlich. Nach neueren Untersuchungen sollen die Werte für Blutzellen und Farbstoff gesteigert sein, während ältere Untersucher keinen Unterschied gegenüber dem gemäßigten Klima fanden. Es wird angegeben, daß der Blutersatz nach Blutverlusten auffallend schnell erfolgt. Das wurde auch in Tierversuchen festgestellt, wobei die Sonnenstrahlung eigentümlicherweise nicht weiter fördernd wirkte. An chemischen Veränderungen des Blutes werden angegeben starke Abnahme des Kalk- und Cholesteringehaltes, ganz im Gegensatz zu dem, was für das Höhenklima festgestellt wurde. Dagegen wurde der Zuckergehalt des Blutes bei Europäern sowohl wie bei Eingeborenen stets gesteigert gefunden. Glykosurien sollen dabei häufig sein. Vielleicht handelt es sich dabei nicht so sehr um eine Klima wirkung, als vielmehr um eine Folge der überwiegenden Kohlehydratnahrung. Die Wirkung auf den Blutdruck ist bereits erwähnt worden. Die starke Schweißabgabe bringt auch eine gewisse Kochsalzverarmung mit sich, was sich manchmal auf die Magensaftproduktion und damit auf den Appetit, störend auswirken soll.

Das Höhenklima.

Das Höhenklima ist nun dasjenige Klima, das am längsten und besten untersucht worden ist, weil die Erfahrungen der Bergsteiger schon lange auf die besonderen Wirkungen großer Höhen aufmerksam gemacht haben, und weil schon nach verhältnismäßig kurzer Einwirkung deutliche Wirkungen wahrgenommen werden können.

Die spezifischen Faktoren des Höhenklimas sind die Trockenheit, die starke Luftverdünnung und die intensiven Strahlungsverhältnisse. Vielfach wird auch noch ein besonderes elektrisches Verhalten der

Höhenluft angegeben. Zu diesen physikalischen Faktoren kommt dann noch die Reinheit der Luft in bezug auf Allergene, worauf der günstige Einfluß des Höhenklimas auf manche allergischen Erkrankungen wie Bronchialasthma und Heuschnupfen beruhen soll. Die starke Trockenheit der Luft wird wirksam zugleich mit der niedrigen Lufttemperatur, evtl. noch in Verbindung mit den etwa herrschenden Winden. Da der Wassergehalt bedeutend schneller abnimmt, als der Luftdruck, kann die Höhenluft außerordentlich trocken werden, sodaß man sie der Wüstenluft an die Seite gestellt hat. Daraus schloß man auf eine starke Wasserverdunstung des menschlichen Körpers, die jedoch, gegen die Erwartungen, nicht eintritt. Experimentell zeigte sich nämlich, daß mit zunehmender Höhe die Wasserverdunstung mehr und mehr abnimmt, vorausgesetzt, daß man wirklich allen Klimafaktoren wie auch der niedrigen Temperatur und den Luftbewegungen sich aussetzte. Der Wassergehalt von Blut und Geweben ist im Hochland der gleiche wie im Tiefland. Da die Lungen an der Gesamtwasserverdunstung beteiligt sind und deren Wasserabgabe ja gesteigert werden muß, so stellt sich also die Hautverdunstung noch niedriger, als das gemeinhin zum Ausdruck kommt. Das beruht nämlich auf den Regelungseinrichtungen des Körpers, die ihm im Spiel der Hautvasomotoren gegeben sind. Die Haut wird anämisch und kühl und damit wird in einer für ein kaltes Klima sehr zweckmäßigen Weise die Wärmeabgabe durch Verdunstung, zugleich aber auch durch Leitung und Strahlung eingeschränkt. Die Höhenluft führt also lediglich zu einer Austrocknung, zu Sprödigkeit und Rissigwerden der der Luft ausgesetzten Schleimhäute, besonders der Lippen, auch zu dem Gefühl von Trockenheit der Mund- und Nasenschleimhaut.

Ausgedehnter als die Wirkungen der Lufttrockenheit sind diejenigen der Höhenstrahlung und der Luftverdünnung, die nicht gut gesondert behandelt werden können, abgesehen natürlich von den Wirkungen auf die Haut, deren sichtbarster Ausdruck die Erythembildung und die Pigmentation ist. Daß die Ultraviolettstrahlen von der Haut und besonders vom Kapillarblut absorbiert werden, konnte durch Untersuchungen gezeigt werden. Entsprechend dem Maximum der Absorption der ultravioletten Sonnenstrahlen bei etwa 300 $\mu\mu$ zeigt sich bekanntlich auch ein Maximum der Erythembildung und der Pigmentierung in diesem Wellenlängenbereich. Eine Besonderheit des durch Ultraviolettstrahlung entstehenden Erythems besteht darin, daß es nicht wie das durch Lichtstrahlen bewirkte, sogleich auftritt, sondern nach einer mehr oder weniger langen Latenzperiode, worauf dann später die Pigmentierung folgt. Pigmentbildung kann jedoch auch ohne vorhergehendes Erythem auftreten.

Die Frage, ob die Pigmentierung nach Ultraviolettbestrahlung als Schutz gegen die Wirkung folgender aufzufassen sei, wurde im negativen Sinne entschieden. Es zeigte sich nämlich, daß der Grad der Pigmentierung und der Hautschutz nicht parallel gehen, wie durch Untersuchungen an einem Albino bewiesen wurde. Das Pigment kann wohl einen Schutz geben für den Körper gegen das Eindringen der längerwelligen, sichtbaren und ultraroten Strahlen, aber am Strahlenschutz gegenüber dem Ultraviolett ist es unbeteiligt. Gegen diesen schützt eine

Zunahme der Hornschicht der Epidermis, eine Verdickung der Hornschicht also. Die von Miescher festgestellte Tatsache, daß die Verdickung der Hornschicht auch nach Bestrahlung mit unterwelligen Dosen und auch bei Vitiligo eintritt, erklärt die Gewöhnung an Ultraviolettstrahlen. Der Lichtschutz, den die Hornschicht gewährt, beruht im wesenlichen auf der Absorption der Ultraviolettstrahlung in dieser, wobei als absorbierende Stoffe gewisse Bausteine des Keratins, besonders Tyrosin und Zystin in Betracht kommen sollen.

Sehr eingehend untersucht sind auch die Wirkungen des Höhenklimas auf das Blut. Am längsten bekannt ist die Zunahme der Blutzellen, die mit einer Steigerung der Gesamtblutmenge einhergeht. Anfänglich glaubte man an eine durch das Höhenklima bedingte geänderte Blutverteilung, indem nämlich alle Reservoirs, z. B. die Milz, das Splanchnikusgebiet, ihr Blut ausschütten würden. Für eine echte beschleunigte Blutneubildung sprechen jedoch andere Tatsachen, z. B. die Beschaffenheit der Blutzellen, die alle Besonderheiten der jugendlichen Blutzellen aufweisen, nämlich Anisozytose, Poikilozytose, Zunahme der vitalgranulierten Zellen und gesteigerten Gaswechsel. Außerdem hat sich gezeigt, daß ältere Tiere im Höhenklima ihr Fettmark verlieren und rotes jugendliches, zellbildendes Knochenmark bilden. Auffallend ist, daß auch chemisch das Blut sich schon in mittleren Höhen verändert erweist, so z. B. für den Cholesteringehalt, der auf das Doppelte und mehr ansteigen kann und sich bei den Eingeborenen auch als so hoch erweist. Ebenso sind chemische Veränderungen der Organe gefunden worden im Sinne eines größeren Mineralgehaltes der Organe und zwar derart, daß der Kalziumgehalt zu-, der Kaliumgehalt dagegen abgenommen hatte. Neben diesen Veränderungen fand man schon früh Aenderungen der Atmung, der Pulsfrequenz, des Gaswechsels, manchmal auch des Blutdrucks, alle im Sinne einer Anregung einer Funktionssteigerung.

Man faßte die Wirkungen als reflektorisch bedingt auf, während man heute weiß, daß für diese Wirkungen der Sauerstoffmangel verantwortlich zu machen ist. Es hat sich zeigen lassen, daß alle diese Wirkungen fast augenblicklich verschwinden und die Tieflandwerte wieder zum Vorschein kommen, wenn man Sauerstoff einatmen läßt (Loewy). Die lebenswichtigen Zentren reagieren nämlich schon auf verhältnismäßig geringe Luftverdünnungen, wie sich auch noch anderweitig zeigte. So hat Stern feststellen können, daß beim Uebergang in 1500 m Höhe ein eigentümlicher Fingertremor auftritt, der sich leicht graphisch darstellen läßt und bei älteren Leuten leichter als bei jüngeren auftritt. Auf Sauerstoffatmung verschwindet er, um nach Absetzen derselben bald wieder aufzutreten. Beeinflussungen des zentralen Nervensystems liegen auch einigen pharmakologischen Beobachtungen zugrunde, und zwar der im Höhenklima veränderten Wirkung von Inhalationsnarkotika. Hesse fand nämlich, daß Bromoform und Bromäthyl im Höhenklima viel schwerer zur Narkose führen, als im Tieflande. Dasselbe gilt auch für den Aether. Da die Atmung sauerstoffarmer Luft erschwerend auf den Eintritt der Narkose wirkt, so ist wohl auch im Hochgebirge Sauerstoffmangel das wirksame Moment; sein die Narkose erschwerender Effekt wäre zu erklären durch eine gesteigerte Er-

regbarkeit bzw. durch einen erhöhten Erregungszustand der in Betracht kommenden Teile des Großhirns, hervorgerufen durch den Sauerstoffmangel. Aus praktischen Erfahrungen ist bekannt, daß Alkohol im Hochlande weniger berauschend wirkt, als im Tieflande. In Versuchen an Kaninchen zeigte sich, daß Zufuhr gleicher Alkoholmengen in den Magen mit zunehmenden Höhenlagen zu einem langsameren Anstieg der Alkoholmenge im Blute führte, daß das Maximum im Hochland tiefer lag, als im Tiefland, und daß der Alkohol schneller wieder aus dem Blute verschwand (Biehler). Bei Menschen zeigten sich Unterschiede insofern, als der Blutalkoholgehalt schneller und steiler anstieg, um dann analog wie im Tieflande abzufallen. Die Verbrennung geschieht aber in Höhenklima intensiver und schneller als im Tieflande (Bornstein und Loewy).

Nicht nur das zerebrospinale System, sondern auch das vegetative zeigt sich im Höhenklima beeinflußt. Wenigstens können die Aenderungen der normalen Blutzuckermengen, die mehrfach angegeben wurde, die der Blutzuckerkurve nach Zuckerzufuhr, die Aenderungen des Blutdrucks, die Zunahme des Blutkalkes usw. auf Beeinflussung des vegetativen Nervensystems bezogen werden. Auch das Elektrolytsystem des Blutes und das Hormonsystem zeigt Beeinflussungen in seinen Funktionen, wie für die Schilddrüse schon oben ausführlich gezeigt wurde. Die auf den Stoffwechsel wirkenden Schilddrüsensubstanzen erweisen sich im Hochgebirge als weniger wirksam als im Tieflande, worauf auch wohl die günstigen Wirkungen des Höhenklimas auf Basedow zurückzuführen sind. Die Besserung läßt sich objektiv nachweisen an dem Absinken des pathologisch gesteigerten Gaswechsels zur Norm. Vielleicht steht diese Wirkung im Zusammenhang mit den besprochenen Veränderungen des Mineralstoffwechsels. Daß nun nicht der Sauerstoffmangel, also etwas Negatives, letztlich die Ursache dieser Wirkungen ist, ließ sich auch zeigen. Der Sauerstoffmangel bewirkt nämlich eine azidotische Reaktion der Gewebe und diese soll die letzte Ursache der durch das Höhenklima ausgelösten Wirkungen sein.

Zusammenfassung und Schluß.

Fassen wir nun zurückblickend die Untersuchungsergebnisse zusammen, so ergibt sich folgendes Bild: Schon lange weiß man von Einwirkungen physikalischer, speziell atmosphärischer und klimatischer Faktoren auf den Organismus, ohne nachweisen zu können, welchem Faktor nun eine solche Wirkung zuzuschreiben ist und an welchem Organ oder Organsystem dieser Faktor seine Wirkung entfaltet. Früher hat man sich damit begnügt, überhaupt einmal Tatsachen einer solchen Einwirkung zu registrieren. Im Volke bestand von jeher die Neigung, alle möglichen Schmerzen, Verschlimmerungen und Ausbrüche von Krankheiten und Epidemien auf Witterungseinflüsse zu beziehen. Das bekannteste Beispiel ist wiederum die als Gliederreißen usw. bezeichnete Empfindlichkeit rheumatisch oder gichtisch veränderter Glieder und Gelenke. Auch spricht man von erfrischendem und ermattendem Wetter, also man gebraucht Ausdrücke, die mit einer gewissen Selbstverständ-

lichkeit einen Einfluß von Umweltfaktoren behaupten. Die lange Kette der elektrischen und luftelektrischen Untersuchungen brachte, wie wir gesehen haben, allerlei wertvolle Erkenntnisse zutage. Auch hier hat das Volk an mancherlei Einwirkungen geglaubt und manchmal rein gefühlsmäßig richtige Therapiemaßnahmen getroffen, sei es in Form von Packungen mit Katzenfell, Seide oder gepulvertem Siegellack — wie wir wissen, lauter reibungselektrische Körper — oder sei es wie bei der Föhnkrankheit der Aufenthalt in der Nähe von Wasserfällen. Aehnlich war es mit dem Wissen um die Heilwirkung der Höhenluft. Die Kinder der Bewohner von Gebirgstälern wurden von den Eltern auf die Höhen geschickt, da man an eine günstige Wirkung der Höhenluft auf schon vorhandene oder drohende Kropferkrankungen glaubte. Erst der systematischen Forschung war es vorbehalten, die günstige Wirkung dieser Maßnahmen zu beweisen. In der bakteriologischen Aera traten alle anderen Forschungsgebiete so auch das der klimatischen und meteorologischen Einflüsse auf den Menschen stark in den Hintergrund. Und erst die moderne Meteorologie und Klimatologie schaffte die Grundlagen für ein erfolgreicheres Arbeiten. Die tiefschürfenden Arbeiten de Rudders haben uns erst einen tieferen Einblick gegeben in die Zusammenhänge zwischen Wetter, Jahreszeit usw. und Krankheitsgeschehen, obwohl wir aber heute wissen, daß der Durchzug von Unstetigkeitsschichten beim Vorhandensein empfänglicher Individuen Krankheitsfälle auszulösen vermag, obwohl wir wissen, daß Häufung von Krankheiten zu bestimmten Jahreszeiten auftreten, so können wir doch über die letzte Ursache sowohl wie über den letzten Angriffspunkt dieser noch unbekannten Faktoren nichts Sicheres aussagen. Wir können nur vermuten, daß es sich wahrscheinlich nicht um die Wirkung einzelner Faktoren, sondern um das Zusammenwirken mehrerer handelt, und daß der letzte Angriffspunkt im vegetativen System, d. h. der Einheit von vegetativem Nervensystem und hormonalem Apparat zu suchen ist, wofür fast alle der angeführten Untersuchungen sprechen.

Zum Schluß der Arbeit gestatte ich mir, Herrn Prof. Dr. Voltz für die Ueberlassung des Themas und für die Durchsicht der Arbeit und Herrn Prof. Dr. Eymer für die Uebernahme des Referates meinen herzlichsten Dank auszusprechen.

Literaturverzeichnis.

Abels: zit. nach de Rudder.

Arrhenius: zit. nach Schmid: Biol. Wirkungen der Luftelektrizität.

Bergfeld: zit. nach Loewy: Ueber Klimatophysiologie. D.M.W. 1931, S. 981.

Bertholon: zit. nach Schmid.

Bettmann: Zur atmosphärischen Beeinflussung der Hautgefäße. Münch. m. W. 1930, S. 2003.

Blumenfeld: zit. nach de Rudder, Wetter und Jahreszeit.

Burckhardt: zit. nach de Rudder.

Bovy: zit. nach E. Flach, Meteor. Geschehen als Krankheitsursache. M. m. W. 1936, Heft 47.

Berliner: zit. nach Loewy, Ueber Klimatophys. D. M. W. 1931, Heft 21.

Biehler: zit. nach Loewy, Ueber Klimatophys. D. M. W. 1931, Heft 27.

Breitner: Blutjodwerte und Jahreszeit. M. m. W. 1932, Nr. 13.

Caspari: zit. nach Schmid.

Czermak: zit. nach Schmid.

Dessauer: Luftionen als biol. Faktor. M. W. 1933, Nr. 13.

Düll, T. B.: Ueber die Abhängigkeit des Gesundheitszust. v. plötzl. Eruptionen auf der Sonne und die Existenz einer 27tägigen Periode in den Sterbefällen. Virch. Arch. Bd. 293, Heft 2.

Elster u. Geitel: zit. nach Schmid.

Feige: zit. nach de Rudder.

Flach, E.: Meteorol. Geschehen als Krankheitsursache. M. M. W. 1936, Heft 47.

v. Frankl-Hochwart: zit. nach de Rudder.

Franklin: zit. nach Schmid.

Fritsche: zit. nach Schmid.

Freund: zit. nach de Rudder.

Galvani: zit. nach Schmid.

Gardini: zit. nach Schmid.

Gottschlich: zit. nach de Rudder.

Gleitsmann: zit. nach de Rudder.

Graßheim u. Gundel: zit. nach de Rudder.

Hagentorn: Was wissen wir über den Zusammenhang zwischen Wetter und Krankheit? M. m. W. 1932, Heft 30; Witterungsabhängigkeit der Appendizitis. M. m. W. 1933, Nr. 16.

Hamburger: zit. nach de Rudder.

Hellpach: Geopsyche. Verlag W. Engelmann, 1936.

Heß: zit. nach de Rudder.

Hesse: zit. nach Loewy. D. M. W. 1931, Nr. 27.

von Heuß: Kaltfront und Krankheitsforschung. Med. Welt 1929, Nr. 21.

v. Humboldt: zit. nach Schmid.

Hopmann: Die jahreszeitlichen Schwankungen der Krankheiten. M. m. W. 1928, S. 2043.

Iphofen: zit. nach Schmid.

Israel-Köhler: zit. nach E. Flach.

Jakobs: zit. nach v. Heuß, Meteorolog. Geschehen als Krankheitsursache.

Kämmerer: zit. nach de Rudder.

Kavaguchi: zit. nach Loewy.

Kestner: zit. nach Schmid.

Kirsch: zit. nach de Rudder.

Kißkalt: zit. nach de Rudder.

Kratzenstein: zit. nach Schmid.

Lakhovsky: L'oscillation cellulaire. Paris 1931.

Lemonier: zit. nach Schmid.

Linke: Probleme und Ziele der Bioklimatologie. D. M. W. 1933, Nr. 13.

Loewy: Ueber Klimatophysiologie. D. M. W. 1931, Nr. 19—28.

Lundagen: zit. nach de Rudder.

Maling-Hansen: zit. nach de Rudder.

Martini: zit. nach de Rudder.

Mayer, R. L. und Sulzberger: zit. nach de Rudder.

Nollet: zit. nach Schmid.

Ochsenius: zit. nach de Rudder.

Petschacher: In: Storm van Leeuwen und Mitarbeiter.

Pincusen: Der Einfluß von Qualität und Quantität zugestr. Lichtes auf Veränderungen des Stoffwechsels. D. M. W. 1932, Nr. 41.

de Rudder: Wetter und Jahreszeit als Krankheitsfaktoren. Springer 1931.

Schimazono: zit. nach de Rudder.

Schmid, Alfred: Biologische Wirkungen der Luftelektrizität. P. Haupt, Bern—Leipzig 1936.

Schmid-Curtios: Heilklimatische Untergrunds- und Waldluftforschung. M. W. 1929, Nr. 21.

Schmid-Monnart: zit. nach de Rudder.

Schröder: zit. nach de Rudder.

Seifert: zit. nach de Rudder.

Stallybraß: zit. nach de Rudder.

Stengel: zit. nach de Rudder.

Stern: zit. nach Loewy über Klimatophys.

Storm van Leeuwen: Studien über die physiol. Wirkung des Föhns und Luftelektrizität und Föhn. M. m. W. 1932, Nr. 8 u. 11. Asthma, Bronchitis und Schnupfen im Zusammenhang m. d. Jahreszeit. M. m. W. 1932, 15.

Straub-Gollwitzer-Meier-Schlagintweit: zit. nach de Rudder.

Sturm und Veil: zit. nach Breitner, Blutjodwerte und Jahreszeit. M. m. W. 1932, Heft 13.

van Swinden: zit. nach Schmidt.

Traller: zit. nach Schmid.

Volta: zit. nach Schmid.

Winkler: zit. nach Schmid.

Lebenslauf.

Am 25. Mai 1913 wurde ich in Herne i. Westf. als Sohn des Gastwirtes Wilhelm B r i n k m a n n und seiner Ehefrau Emilie, geb. Groke geboren. Ich bin arischer Abstammung und besitze die deutsche Staatsangehörigkeit. Nach vierjährigem Besuche der Volksschule in Herne war ich ebendort 9 Jahre Schüler der Oberrealschule. Dort legte ich am 24. Februar 1932 die Reifeprüfung ab. Ich widmete mich sodann dem Studium der Medizin an folgenden Universitäten: zwei Semester in München, ein Semester in Kiel, 2 Semester in Bonn, wo ich nach dem Sommerhalbjahr 1934 die ärztliche Vorprüfung bestand. Darauf kehrte ich nach München zurück, wo ich den Rest meines Studiums verbrachte und am 15. Dezember 1937 das medizinische Staatsexamen beendete.